



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**PROYECTO MINAS DE CAOLÍN: UNA  
ALTERNATIVA PARA PROMOVER  
PROCESOS DISCURSIVOS UTILIZANDO LA  
ESTRATEGIA APRENDIZAJE BASADO EN  
PROYECTOS (ABPY).**

Autor(as)  
Alexandra Posada Flórez  
Elizabeth Alzate Arbeláez

Universidad de Antioquia  
Facultad de Educación, Seccional Oriente  
El Carmen de Viboral, Colombia  
2020



Proyecto Minas de Caolín: Una Alternativa para promover procesos discursivos utilizando la estrategia Aprendizaje Basado En Proyectos (ABPy)

**Alexandra Posada Flórez**

**Elizabeth Alzate Arbeláez**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

**Licenciatura en educación básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental**

Asesores (a):

Christian Fernney Giraldo Macías

Doctor en Educación

y

Diana María Rodríguez Ramírez

Magister en Educación

Línea de Investigación:  
Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy)

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación, Seccional Oriente

El Carmen de Viboral, Colombia

2020

## **Dedicatoria**

A Dios por darnos fortaleza y sabiduría en esta etapa tan importante en nuestras vidas.

A nuestros padres, abuelos y tíos, porque gracias a su dedicación, disciplina, cariño y apoyo, nos han fortalecido en valores y actitudes visionarias que cultivaron en nosotros perseverancia.

A nuestros hermanos y amigos quienes nos han apoyado arduamente durante nuestro proyecto.

A nuestros maestros por sus valiosos aportes en nuestra formación académica.

## **Agradecimientos**

A Dios, al universo y a la vida, que nos permitió vivir experiencias y aventuras maravillosas a raíz del proyecto.

A la Universidad de Antioquia, por acogernos en su Facultad de Educación durante nuestro proceso formativo.

A la Institución Educativa Rural San Juan, Vereda San Juan, La Unión (Antioquia) y a la comunidad en general por acogernos tan amablemente y apoyarnos en nuestra primera experiencia docente.

A los estudiantes del grado octavo quienes participaron en el desarrollo del proyecto.

A Christian Fernney Giraldo Macías y Diana María Rodríguez Ramírez, nuestros asesores, cada uno de sus aportes fueron valiosos en nuestra formación tanto académica como personal.

A los compañeros de la línea de Aprendizaje Basado en Proyectos, por los agradables espacios académicos donde fue evidente el crecimiento personal y profesional.

A nuestros amigos Guillermo León Builes, a Sebastián Gutiérrez y al profesor James Stevan Arango Ramírez quienes también nos apoyaron en el proceso.

## Tabla de contenido

Resumen	9
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I.	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	14
1.1 Pregunta de investigación	21
1.2 Objetivos	22
1.2.1 Objetivo general.	23
1.2.2 Objetivos específicos.	23
CAPÍTULO II.	24
2. MARCO REFERENCIAL	24
2.1 Revisión de literatura y antecedentes	24
2.2 Marco conceptual	33
2.2.1 Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) desde la perspectiva del Buck Institute for Education (BIE)	33
2.2.2 Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico	39
2.2.3 Los procesos discursivos en el marco de ésta investigación	43
2.2.4 Argumentación como evidencia de Aprendizaje	44
2.2.5 Cuestiones Sociocientíficas	46
2.2.6 Minería: una Cuestión Sociocientífica	48
2.2.7 Minería de caolín	50
CAPÍTULO III.	53
3. FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA	53
3.1 Metodología de Investigación	53
3.2 Selección de los participantes	55
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de información	55
3.4 Consideraciones éticas	58

3.5 Metodología de Enseñanza	59
3.5.1 Contexto	59
3.5.2 Diseño del proyecto	60
3.5.3 Actividades realizadas desde las áreas participantes	63
3.5.4 Actividades de la propuesta de intervención	63
3.6 Estrategia de análisis	68
3.6.1 Codificación	68
3.6.2 Sistema de categorías	69
CAPÍTULO IV.	71
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	71
4.1 En relación con los procesos discursivos	72
4.1.1 En relación con los discursos iniciales	72
4.1.2 Incorporación de justificaciones	84
4.1.3 En relación con el trabajo colaborativo	94
4.1.4 En relación con el/los productos(s) final(es)	98
4.2 En relación con el concepto suelo	109
4.2.1 Percepción/representación sobre la calidad del suelo	109
4.2.2 En relación con la formulación de preguntas	115
CONCLUSIONES	121
RECOMENDACIONES	123
Referencias	125
<a href="#"><u>ANEXOS</u></a>	

**Lista de tablas**

Tabla 1. Características BIE.	37
Tabla 2. Características esenciales del proyecto.	62
Tabla 3. Categorías y Subcategorías.	69
Tabla 4. Elementos Caso 1.	73
Tabla 5. Elementos Caso 2.	75
Tabla 6. Elementos Caso 3.	78
Tabla 7. Transcripción Nota de prensa	95
Tabla 8. Escala de valoración para la capacidad de formular preguntas.	115
Tabla 9. Actividades en las que se formularon preguntas por los participantes	116

## Lista de gráficos

Gráfico 1.Revistas Internacionales.	26
Gráfico 2.Revistas nacionales	26
Gráfico 3.Características esenciales para el diseño de proyectos (BIE)	36
Gráfico 4. Mapa del proyecto: Aventura caolín.	61
Gráfico 5. Incorporación de Argumentos.	99
Gráfico 6. Nube de palabras: Incorporación de Conceptos	108

## Resumen

La educación actual en ciencias naturales parece centrarse en procesos conceptuales rígidos haciendo alusión a la transmisión de conocimiento y no a la construcción de este. Con base en lo anterior esta investigación tiene como objetivo analizar los cambios discursivos de los estudiantes, respecto a las implicaciones de la minería de caolín sobre la calidad del suelo, a partir de la aplicación de un proyecto en la Institución Educativa Rural San Juan del Municipio la Unión- Antioquia. Para atender lo anterior, se utiliza la estrategia pedagógica Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) y se toma como referente teórico el principio del conocimiento como lenguaje, propuesto en la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (Moreira 2005). Además, se asume la minería como cuestión sociocientífica.

La revisión de literatura se abordó desde algunas de las fases propuesta por Hoyos (2000) y metodológicamente se orientó desde el enfoque cualitativo (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014), y es del tipo estudio de caso intrínseco (Stake, 1998). Además, se utilizó como referente metodológico para el diseño del proyecto, la propuesta del Buck Institute For Education (BIE) (2015).

La aplicación del proyecto incluyó actividades, como: una salida de campo, algunas prácticas experimentales, planteamiento y discusión de situaciones problema y el diseño de un producto final, materializado en una pieza audiovisual. Lo anterior, en el marco de un trabajo de grado adscrito a la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia en el

programa de Licenciatura en educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Algunos de los resultados indican que los estudiantes en cuanto a los procesos discursivos expresan con mayor facilidad sus ideas de forma escrita que oral. También se identificaron algunas percepciones acerca de las afectaciones de las minas de caolín al suelo, las cuales suelen relacionar con pérdida de firmeza, estabilidad y fertilidad.

**Palabras Clave:** Calidad del Suelo, Minería de Caolín, Cuestiones Sociocientíficas, Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), Aprendizaje significativo crítico.

## **Summary**

Current education in the natural sciences seems to focus on rigid conceptual processes, alluding to the transmission of knowledge and not its construction. Based on the above, this research aims to analyze the discursive changes of students, regarding the implications of kaolin mining on soil quality, from the application of a project in the Rural Educational Institution San Juan in the Municipality of La Union- Antioquia. To address this, the pedagogical strategy Project Based Learning (PBL) is used and the principle of knowledge as language, proposed in the Theory of Critical Significant Learning (Moreira 2005), is taken as a theoretical reference. In addition, mining is assumed as a socio-scientific issue.

The literature review was approached from some of the phases proposed by Hoyos (2000) and methodologically oriented from the qualitative approach (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014), and is of the intrinsic case study type (Stake, 1998). In addition, the proposal of the Buck Institute For Education (BIE) was used as a methodological reference for the design of the project (2015).

The application of the project included activities such as: a field trip, some experimental practices, approach and discussion of problem situations and the design of a final product, materialized in an audiovisual piece. The above was part of a graduate work assigned to the Faculty of Education of the University of Antioquia in the Bachelor's program in Basic Education with an emphasis on Natural Sciences and Environmental Education.

Some of the results indicate that students in terms of discursive processes express their ideas more easily in written form than orally. Some perceptions were also identified about the effects of kaolin mines on the soil, which are often related to loss of firmness, stability and fertility.

**Keywords:** Soil Quality, Kaolin Mining, Socio-Scientific Issues, Project Based Learning (PBA), Critical Significant Learning

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se realizó para obtener el título de pregrado de la Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, de la Universidad de Antioquia Seccional Oriente, la cual se lleva a cabo en la línea investigativa Aprendizaje Basado en proyectos.

Esta investigación expone el análisis de las explicaciones que construyen los estudiantes respecto a las implicaciones de la minería de caolín sobre la calidad del suelo y cómo estas han influido en la forma como argumentan, a partir de la aplicación de un proyecto en la Institución Educativa Rural San Juan del Municipio la Unión-Antioquia.

Inicialmente, se presenta el planteamiento del problema y la justificación en los cuales se expone el fenómeno de estudio y las razones por las cuales se originó esta investigación. Además, la importancia y pertinencia de este trabajo.

Posteriormente, se presenta la revisión de la literatura de la cual se consultó bibliografía referente al problema de estudio y de la cual se extrajeron diferentes artículos considerados útiles y pertinentes para alcanzar los propósitos del proyecto.

Luego se presenta el marco referencial en el cual se discuten aspectos relacionados con la argumentación como evidencia de aprendizaje. Además, se presentan las implicaciones de la minería de caolín sobre la calidad del suelo, la estrategia Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico y Cuestiones Sociocientíficas (CSC)

Esta investigación se realizó bajo el enfoque cualitativo y es del tipo estudio de caso específicamente estudio de caso intrínseco, en el cual se busca conocer un caso en particular (Stake, 2010). y donde se toma como caso las explicaciones asociadas a la construcción de argumentos en los estudiantes. Para la recolección de la información, se utilizaron diferentes instrumentos, el diario de campo, observación, cuestionarios con preguntas cerradas y abiertas, documentos elaborados por los estudiantes: carta, texto argumentativo, informes etc. Además, se expone la estrategia de análisis, la cual incluye la selección de categorías y subcategorías, tanto las definidas antes de la recolección de información, como las que emergen durante el proceso.

Finalmente, se presentan las consideraciones finales, algunas reflexiones del proceso de práctica pedagógica en el centro de práctica, algunas preguntas que quedan abiertas y la presentación de avances en un evento de investigación.

## **CAPÍTULO I.**

### **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN**

La educación actual en ciencias naturales parece centrarse en procesos conceptuales rígidos haciendo alusión a la transmisión de conocimiento y no a la construcción de este. En cuanto a esto, Escobar (2015), afirma que la enseñanza se ha reducido a la emisión y recepción de un mensaje, un asunto que pareciera estar contribuyendo a la apatía por las ciencias naturales y a un desinterés casi generalizado por su estudio.

Además, Granja (2013) menciona que actualmente la comunicación entre los alumnos y el docente se ha perfilado como un proceso sistemático donde las intervenciones entre estos se dan de forma separada. Un ejemplo de ello es cuando en las clases se evidencia que los estudiantes optan por no participar activamente por temor a equivocarse o por sentir que sus aportes no son valorados.

A propósito de lo anterior, la falta de participación y el escaso interés por aprender sobre ciencia parecen continuar pese a los esfuerzos de la comunidad académica por presentar estrategias diversas para atender a las problemáticas de los estudiantes en términos del aprendizaje de conceptos científicos, las cuales, en el ámbito educativo, sigue siendo mecanizado y dirigido a procesos repetitivos (Rojas, 2017).

En consecuencia Vázquez y Manassero (2018) , afirman que:

“La enseñanza tradicional de la ciencia parece centrarse en la transmisión de conocimientos (conceptos, leyes, procesos y teorías de la ciencia), como verdades irrevocables basadas en observación y experimentación. Esta metodología reduccionista disminuye la eficacia de la enseñanza, pues al olvidar las bases socio-epistémicas de la ciencia, ofrece a los estudiantes menos alternativas, limita sus oportunidades de explorar las ideas de la ciencia, de trabajar cooperativamente y apoyarse mutuamente en el aprendizaje y de pensar creativa y críticamente” (p. 319).

Por otro lado, en el contexto de aplicación de esta investigación, la Institución Educativa Rural San Juan del Municipio de la Unión Antioquia, hemos identificado algunas problemáticas asociadas a las concepciones que tienen los estudiantes sobre la minería y específicamente, en relación con las posibles afectaciones sobre el suelo. Este elemento, sumado a la falta de diversificación de las estrategias de enseñanza, se constituye en una oportunidad para generar estrategias que involucren a los estudiantes en un proceso asociado a la resolución de problemas y al diseño de alternativas para comprender la minería como una Cuestión Sociocientífica.

Respecto a la minería, no se trata exclusivamente de estudiarla desde un escenario científico, por el contrario, el problema deriva en que creemos que el impacto se ve reflejado en asuntos ambientales y sociales. En este sentido, nos identificamos con lo expuesto por Milesi (2012) quien afirma que el impacto de las prácticas sociales sobre la naturaleza trajo como consecuencia importantes señales de alerta que provocaron una redefinición de las relaciones socioambientales. Al respecto, consideramos que el ambiente va más allá del dominio natural, incorpora aspectos sociales, económicos, políticos, y actores con intereses diferenciados interaccionando en y con el medio. Si bien el interés de

esta investigación se dirige hacia el uso del lenguaje científico y específicamente para la construcción de argumentos más sólidos sobre la minería, consideramos que sería una ganancia lograr que los argumentos de los estudiantes tengan soporte en conocimientos científicos.

Atendiendo a la fase de observación definida dentro de la práctica pedagógica, hemos podido constatar después de revisar los documentos institucionales y establecer conversaciones con los docentes de ciencias naturales que prevalecen los contenidos conceptuales. Además, parece promoverse de forma muy superficial el desarrollo de habilidades y competencias científicas. En relación con esto, los docentes coinciden en mencionar que una de las habilidades que debería potenciarse es la argumentación, ya que en ocasiones los estudiantes opinan o comentan, pero no son capaces de fundamentar críticamente y con contenido propio de la ciencia sus ideas.

Otro problema que identificamos está relacionado con el poco uso del contexto como escenario para la planeación y ejecución de las actividades académicas y como una oportunidad para visibilizar problemáticas que deriven en el diseño de material y actividades potencialmente significativas. Esta institución en particular por su condición de ruralidad, ofrece escenarios potentes para conectar a los estudiantes con asuntos del contexto, por ejemplo, se evidencian diversas problemáticas ambientales como el uso desproporcionado de agroquímicos, manejo inadecuado de residuos, presencia de monocultivos y actividad extractiva asociada a la minería de caolín, las cuales podrían ser aprovechadas para la construcción de conocimientos y comprensión de conceptos

científicos específicos, que podrían representar una oportunidad para conectar al estudiante con el mundo real

Igualmente, en la revisión de literatura realizada, encontramos investigaciones relacionadas con las concepciones alternativas de los estudiantes y específicamente sobre el concepto suelo, contenido disciplinar de interés para esta investigación, como un punto de partida para el diseño de las actividades de intervención. De todas ellas, se destaca la concepción del suelo como "superficie inerte o de soporte para pisar, edificar o simplemente estar", que debe atribuirse a la acepción cotidiana de este término de donde proviene y mantiene todo su sentido (Yus y Rebollo, 1993).

En este orden de ideas, consideramos pertinente implementar estrategias de enseñanza que rompan con la mecanización de contenidos, lo cual podría derivar en una relación más cercana entre el docente y el alumno. De igual manera, articular el contexto propio de los estudiantes como medio para abordar conceptos científicos, podría constituirse en una alternativa para propiciar una mayor participación de los estudiantes.

Por lo anterior, esta investigación se apoya en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) una estrategia pedagógica que está orientada a la acción, centrada en el estudiante y

que promueve la motivación intrínseca, donde también se estimula el aprendizaje colaborativo y cooperativo, además, está diseñado para que el estudiante participe activamente en la resolución de tareas, y que requiere que el estudiante realice un producto (Martí et.al, 2010).

En relación con lo anterior, este trabajo se interesa en promover habilidades científicas asociadas a la argumentación y al trabajo colaborativo. Específicamente, para esta investigación se intenta acercar a los estudiantes a la comprensión de las posibles relaciones existentes entre la minería de caolín y sus efectos sobre la calidad del suelo, presente en el municipio La Unión Antioquia, mediante el uso de la estrategia pedagógica Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), utilizando como sustento teórico la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC) Moreira (2005) y la minería como una cuestión sociocientífica.

En primer lugar, las Cuestiones Sociocientíficas permiten problematizar sobre asuntos específicos del contexto que en este caso se relacionan con la extracción de caolín y sus efectos a nivel ambiental, social y económico. Además, se pretende dinamizar estos elementos a través de la ejecución de un proyecto que parta de los intereses de los estudiantes y para lo cual esta investigación se apoya en la propuesta del Buck Institute for Education (BIE) (2015), la cual propone su diseño con base en lo que ellos denominan “estándares de oro” y que serán discutidos a profundidad en el marco conceptual.

Es importante mencionar que las Cuestiones Sociocientíficas en el marco de esta investigación cobran importancia puesto que Según Zeidler, Sadler, Simmons & Howes (2005), son dilemas o controversias sociales que tienen en su base nociones científicas; es decir, son una serie de asuntos polémicos, que si bien son tratados mediante debates por los agentes sociales (partidos políticos, colectivos de ciudadanos, medios de comunicación, organizaciones, comunidad científica, entre otros), en su esencia están vinculadas con la toma de decisiones surgidas por avances de la ciencia y la tecnología que requieren de la intervención de una ciudadanía informada.

Además, según Arango (2015):

“Integrar las Cuestiones Sociocientíficas en la clase de Ciencias Naturales, podría contribuir a una formación científica crítica, porque permite a los estudiantes y al maestro reflexionar sobre problemáticas reales del contexto al asumir posturas y defenderlas mediante la argumentación, tomar decisiones informadas basándose en conocimientos sobre ciencia, Tecnología, Educación Ambiental, asuntos sociales, políticos y éticos, y llevar a cabo acciones responsables o civilistas que realmente impacten la sociedad”. (p.39)

Se hace entonces necesario reiterar que, para informar sobre las problemáticas derivadas de la minería de caolín, uno de los principales retos de la presente investigación es promover la argumentación, fomentando discusiones y debates en el aula, que permitan mejorar el discurso de los estudiantes, y por ende dar cuenta de un aprendizaje significativo

crítico acerca de los conceptos anteriormente mencionados, vinculando a este proceso el contexto y la realidad.

Por lo anterior en esta investigación retomamos el principio del conocimiento como lenguaje el cual consideramos relevante, pues según Moreira (2005) Cada lenguaje, tanto en términos de su léxico como de su estructura, representa una manera singular de percibir la realidad. Prácticamente todo lo que llamamos conocimiento es lenguaje. Eso significa que la llave de la comprensión de un “conocimiento”, o de un “contenido” es conocer su lenguaje. En este sentido, la argumentación se presenta como una alternativa para encontrar esos elementos propios del lenguaje que permitan a los estudiantes externalizar sus ideas en cuanto a las implicaciones de la minería y sus posibles implicaciones sobre el suelo.

Por último, asumimos la postura de Hernández, Fernández y Baptista (2014), considerando esta investigación de relevancia social, ya que se involucra la ciencia como herramienta que se aproxima a la realidad de los individuos, donde construyen sus ideas de manera consciente y de conveniencia, puesto que involucra un fenómeno presente en el contexto.

Derivado de lo anterior, se considera pertinente para atender a dichas problemáticas la elaboración de un proyecto que presenta la minería de caolín como una cuestión sociocientífica, para promover el aprendizaje significativo y propiciar la argumentación. Surge entonces la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los cambios discursivos que presentan los estudiantes en relación con las implicaciones de la minería de caolín y sus posibles efectos sobre la calidad del suelo, al aplicar un proyecto en la Institución Educativa Rural San Juan del Municipio la Unión-Antioquia?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general.**

Analizar los cambios discursivos que presentan los estudiantes en relación con las implicaciones de la minería de caolín y sus posibles efectos sobre la calidad del suelo, a partir de la aplicación de un proyecto en la Institución Educativa Rural San Juan del Municipio la Unión-Antioquia.

### **1.2.1 Objetivos específicos.**

Indagar las concepciones alternativas de los estudiantes en relación con la minería de caolín y sus posibles efectos sobre la calidad del suelo.

Comparar los cambios discursivos que presentan los estudiantes durante la aplicación de un proyecto que involucra cuestiones sociocientíficas, en relación con la minería de caolín y sus posibles efectos sobre la calidad del suelo.

Valorar el aporte del Aprendizaje Basado en proyectos (ABPy) al aprendizaje de los estudiantes sobre la minería de caolín y sus posibles efectos sobre la calidad del suelo, a partir del principio del conocimiento como lenguaje.

## CAPÍTULO II.

### 2. MARCO REFERENCIAL

En este capítulo se presenta la construcción del marco referencial. Inicialmente y para consolidar la información, se presenta la revisión de literatura y los antecedentes. Para la construcción de este apartado se toman como referencia algunos de los elementos planteados por Hoyos (2000).

#### 2.1 Revisión de literatura y antecedentes

La revisión de la literatura se realizó bajo algunas de las fases propuestas por Hoyos (2000). Si bien la autora sugiere una ruta para la revisión documental, atendiendo a los intereses de la presente investigación, se retoman algunos elementos de su propuesta: la *Selección de Núcleos Temáticos*; que permite ampliar el horizonte del estudio, *Revisión en Fuentes de Información*; donde se indaga sobre el fenómeno de estudio, y se definen los criterios de búsqueda como la delimitación temporal. Además, se realiza una *Selección de Unidades de Análisis*; en la cual se pretende realizar una descripción detallada y cuidadosa de los documentos que configuran el fenómeno de estudio. Se entiende por núcleo de análisis un texto individual cualquiera que sea su carácter: libro, artículo, ensayo, tesis etc.

Lo anterior, permite la construcción del marco conceptual dado que con esta información se realiza un balance de lo encontrado y se puede valorar la pertinencia de la información y su aporte para la solución de las preguntas de investigación.

Con base en los criterios definidos anteriormente, se seleccionaron los siguientes núcleos temáticos: Aprendizaje Basado en Proyectos, Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, Cuestiones Sociocientíficas (Minería de caolín y Calidad del suelo) y los procesos discursivos en el marco de la argumentación como evidencia de aprendizaje.

Respecto a la selección de unidades de análisis se indagó en el contexto internacional en las revistas Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, Revista EUREKA, Science Education, Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, Revista Enseñanza de las ciencias y Alambique y en el nacional en Tecne Episteme y Didaxis, Revista Científica, Bio-grafía y Zona Próxima para esclarecer los hallazgos por unidad. Además, se tuvo en cuenta como criterio de exclusión la delimitación temporal entre 2014-2019.

A continuación, en las gráficas 1 y 2 se presentan los resultados recopilados durante la revisión de literatura, tanto en las revistas internacionales como nacionales.

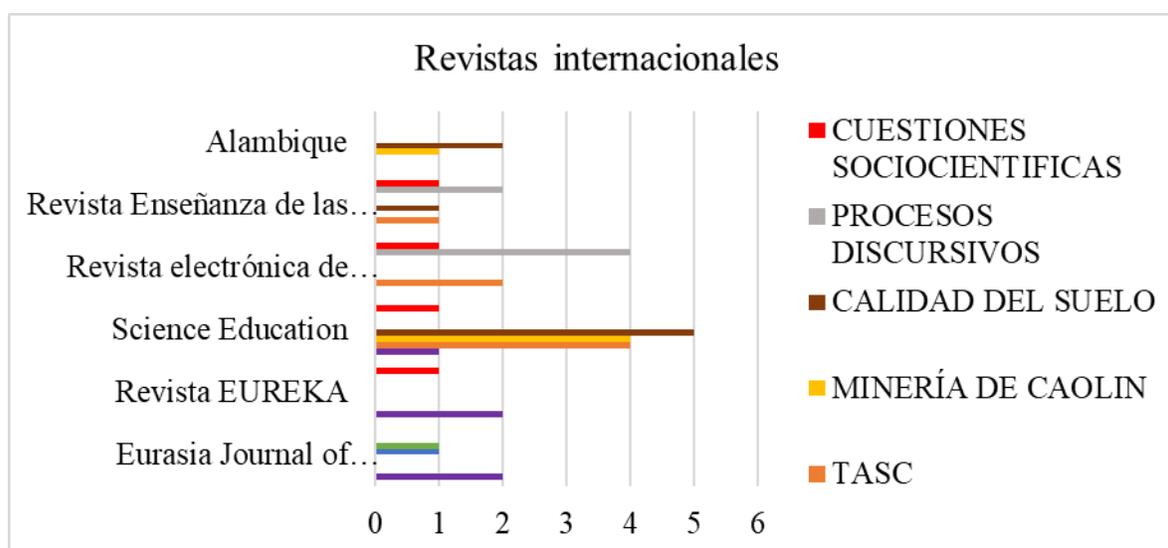


Gráfico 1. Elaboración propia

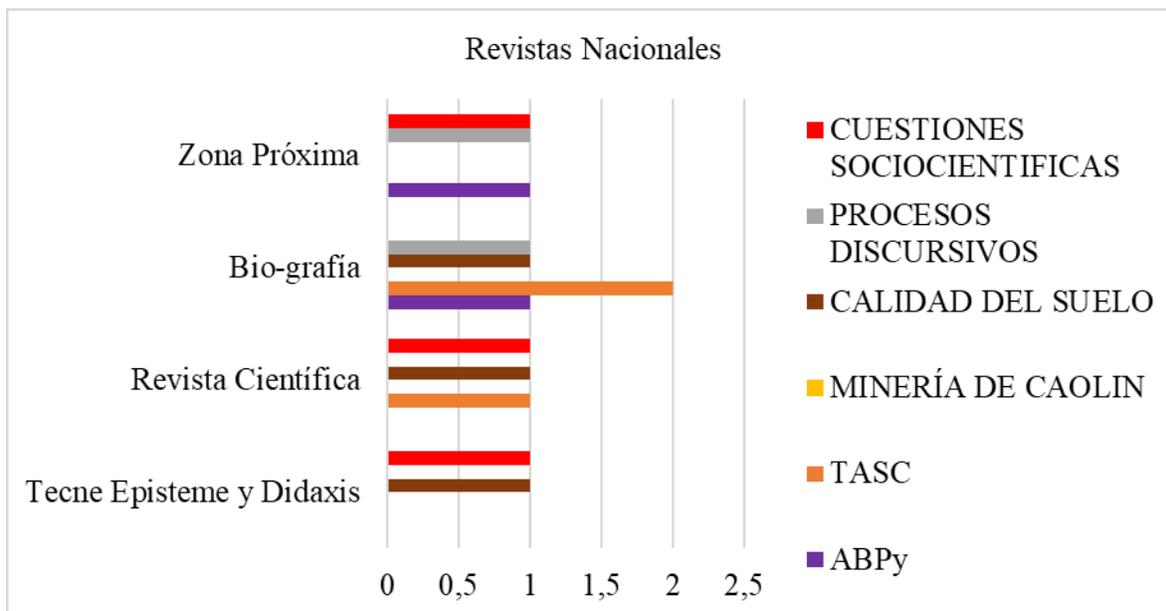


Gráfico 2. Elaboración propia

En ambas gráficas se pueden apreciar los resultados encontrados para cada uno de los núcleos temáticos, y en los cuales se evidencia una escasa producción referente a la minería y específicamente para la extracción de caolín que estén asociados a proyectos escolares. En relación con la estrategia ABPy, se observa que hay una mayor concentración de información en las revistas internacionales que, en las nacionales, lo que puede evidenciar su uso como una estrategia emergente en el escenario educativo a nivel nacional.

Respecto al núcleo temático minas de caolín se han encontrado pocos artículos referentes a esta temática en el campo educativo en las revistas internacionales y nacionales delimitadas, además se evidenció que la minería es un tema que se trata más a nivel industrial que educativo. De acuerdo al núcleo temático calidad del suelo no se encontró información en cuanto a las afectaciones generadas por la minería de caolín, la mayoría de los artículos hacían referencia a daños por agricultura y deforestación.

Con el panorama anterior, se presentan a modo de antecedentes, algunas referencias a investigaciones encontradas por núcleos temáticos tanto en revistas internacionales como nacionales.

Inicialmente, en consideración con el núcleo temático asociado al *“Aprendizaje basado en proyectos”* destacamos el artículo titulado *“Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente”* Martí, Heydrich; Rojas, & Hernández (2010). Este artículo nos brinda un panorama general acerca de la estrategia Aprendizaje Basado en Proyectos, en el reporte, los autores fundamentan que: “El (ABPy) procura mejorar la habilidad para resolver problemas y desarrollar tareas complejas, también procura mejorar la capacidad de trabajar en equipo, y desarrollar las capacidades mentales de orden superior como la argumentación, además de incorporar las TIC al ambiente del proyecto” (p.15) asuntos compartidos con nuestra investigación y en los cuales concordamos con los autores, en que el ABPy se relaciona estrechamente con el trabajo colaborativo y la construcción conjunta de conocimientos.

*Respecto al núcleo temático minas de caolín* se destaca de la revista Alambique un artículo relacionado con la minería, titulado *“Cristales, minerales y minería: una secuencia de actividades”* (Sánchez et al, 2015). Este artículo presenta una secuencia de actividades relacionadas con los minerales en la cual se trabajan competencias educativas básicas, tales como comunicación lingüística, matemática, conocimiento e interacción con el mundo físico, natural, digital, tratamiento de la información, social y ciudadana, cultural y artística, entre otros.

Además, se profundiza en contenidos sobre cristalización y algunos de los problemas sociales y ambientales relacionados con la extracción minera, los cuales dan cuenta de la degradación de los recursos naturales.

Este artículo se considera de insumo relevante para los intereses de la presente investigación puesto que, la minería se presenta como una cuestión sociocientífica propia

del contexto, y la consideramos como una oportunidad para promover la argumentación y el aprendizaje científico, en estudiantes de grado octavo; Así mismo, el artículo presenta una serie de actividades que pueden ser adecuadas para el diseño de intervención y que posibilitan crear un marco para comprender el fenómeno de estudio.

Dado que las unidades de análisis inicialmente elegidas, no presentan suficiente documentación acerca del núcleo temático *minas de caolín*, en cuanto al campo educativo, optamos por indagar en otras fuentes de información de las que destacamos dos artículos que exponen las implicaciones de la minería a cielo abierto específicamente de la minería de caolín, estos artículos son “*Análisis preliminar de los efectos ambientales y sociales generados por la minería de arcillas a cielo abierto en la vereda el mochuelo bajo, ciudad Bolívar, Bogotá dc, estudio de caso.* (Garzón, 2013), & “*Extracción de recursos minerales en el oriente antioqueño: sostenibilidad y repercusión en el medio ambiente*” (Villa y Franco, 2012), Los autores, describen que: “Todos los sistemas de extracción minera producen un grado de modificación de la superficie”. Los principales impactos incluyen: alteración de la superficie por los caminos de acceso, fosas de prueba (en etapa de exploración); emisión de material particulado proveniente de la perforación y excavación; alteración del suelo, la vegetación, ríos, drenajes y reservas forestales” (p.104).

Estos artículos aportan significativamente a la presente investigación puesto que vemos la minería como una oportunidad de construir conocimientos específicos de las ciencias naturales, específicamente con el concepto calidad del suelo.

En cuanto al núcleo temático *calidad del suelo*, debido a factores antrópicos derivados de la extracción minera de caolín se encontró un artículo titulado “*Contaminación del Suelo en la zona Minera de Rasgatá Bajo (Tausa). Modelo Conceptual* (Guerrero y Pineda 2016) que brinda un panorama amplio sobre esta problemática y presenta conceptos específicos como contaminación del suelo y minería.

Es necesario mencionar que se encontró un libro propio del contexto titulado; *“La Unión: Una Historia para Contar”* (Tobón, 2004). Este libro presenta el recorrido Histórico del municipio la Unión Antioquia desde los años 1778 hasta 2003. Es entonces que se retoma de este, un relato titulado: *“LA UNIÓN DECLARADA MINA”* allí se describe el inicio de la empresa de locerías del municipio, su impacto y la participación social y política que tuvieron los habitantes. Este documento fue uno de los insumos que se utilizó para la construcción del cuestionario inicial.

Respecto al núcleo temático *Cuestiones Sociocientíficas* resaltamos el artículo titulado *“Una cuestión sociocientífica motivante para trabajar pensamiento crítico”* (Beltrán, 2010) este trabajo tiene como objetivos analizar el desarrollo de algunas habilidades de pensamiento crítico de estudiantes de educación media al trabajar la cuestión sociocientífica de la experimentación con animales no humanos, y analizar los argumentos, la toma de decisiones y solución de problemas. En este estudio la autora menciona que: *“El análisis de cuestiones sociocientíficas en aula permite que los estudiantes tengan una visión más amplia del papel que juega la ciencia en la sociedad, conociendo sus implicaciones éticas y sociales en las que cada estudiante se hace partícipe de lo que debe creer y hacer en un mundo tan cambiante como el nuestro”* (p.151). Este artículo nos brinda ejemplos para la construcción de dilemas sociales adaptados a nuestro fenómeno de estudio que permitan a los estudiantes problematizar, asumir posturas y defenderlas.

También retomamos el artículo *“Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción.”* (Solbes, 2013). Dicha investigación intenta justificar desde la didáctica y la historia de las ciencias, los aportes de las cuestiones sociocientíficas (en adelante CSC) y cómo pueden contribuir éstas, a desarrollar el pensamiento crítico de los estudiantes. También mencionan que la ciencia es

metodológicamente crítica, pero para que se pueda considerar socialmente como dicho pensamiento, tiene que abordar cuestiones con implicaciones sociales y/o cuestionar el discurso o intereses de las clases y poderes dominantes.

Retomamos estos artículos dado que, en el contexto de aplicación, la minería de caolín es una de las actividades económicas de la región, la cual vemos como una cuestión sociocientífica que nos permite problematizar en el aula de clase asuntos propios del contexto y aproximarnos al conocimiento científico sobre el concepto suelo, específicamente con su calidad.

*Respecto al núcleo temático Aprendizaje Significativo Crítico* se retoma el artículo titulado; “*los procesos de construcción del conocimiento significativo del agua en bachillerato. Estudio de casos*, (Fernández, 2012) esta investigación tiene como objetivo conocer los procesos de construcción del conocimiento significativo en alumnos y alumnas de 1º de bachillerato en un centro de secundaria, propiamente en la ciudad de Sevilla, respecto a la calidad del agua. Si bien este concepto no se abordará en nuestra investigación, el artículo se hace pertinente para los intereses de esta ya que se comparte la temática aprendizaje significativo crítico y la metodología de estudio de caso, la cual nos sirve como referente para orientar nuestra propuesta investigativa. Además de acercarnos al concepto calidad la cual se aborda en la presente investigación desde el recurso suelo.

*Respecto al núcleo temático procesos discursivos en el marco de la argumentación* se consideran pertinentes para orientar los objetivos de la presente investigación los siguientes: “*La argumentación en Educación Ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media*”, (Campaner y De Longhi, 2007) este artículo tiene como propósito mejorar la calidad de las producciones argumentativas de los alumnos, un propósito compartido con nuestra investigación, por lo que se toma como referente. Para lograrlo, los investigadores proponen una metodología en la que se analiza la manera en que los alumnos se expresan

cuando argumentan, las decisiones que toman ante una problemática ambiental específica y se mide el cambio que provocó, a partir de la comparación entre una prueba al inicio y al final de la intervención, utilizando la adaptación de un esquema de análisis de textos escritos.

Con relación a lo anterior, Vázquez y Manassero (2018) proponen educar en la argumentación a lo largo de todas las etapas del sistema educativo como objetivo transversal a las disciplinas. Así como la implementación de metodologías de trabajo cooperativo, que estimulen la reflexión de los estudiantes sobre las cuestiones de aprendizaje, para ir más allá de la mera comprensión y para mejorar el pensamiento de los ciudadanos en su vida diaria.

Este artículo, nos permitió entender la importancia de promover los procesos discursivos en el marco de la argumentación en las clases de ciencias naturales y la implicación de su comprensión en la toma de decisiones y posturas que emerjan de posibles problemáticas de un contexto en particular, para lo cual implementaremos algunas estrategias que nos mencionan los autores como, los espacios de reflexión, el trabajo cooperativo y el uso de dilemas sociales a partir de debates, discusiones y casos.

La revisión de literatura en este trabajo investigativo fue significativa, dado que, a partir de lo encontrado, orientamos nuestra investigación hacia un estudio relevante, pues nos permitió dimensionar las problemáticas del contexto como medios para la construcción de conocimientos, además de incorporar asuntos desligados del ámbito educativo a ser partícipes de este, como lo es el caso de la minería de caolín.

## **2.2 Marco conceptual**

A continuación, se presenta una relación de los elementos conceptuales que servirán de insumo para construir relaciones conceptuales que permitan tener una base teórica para el análisis de la información. Para la estructuración de este apartado se retoman los núcleos temáticos descritos en la revisión de la literatura

### ***Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) desde la perspectiva del Buck Institute for Education (BIE)***

El ABPy en esta investigación se asume como una apuesta pertinente en la experiencia educativa, debido a que podría permitir el logro de aprendizajes significativos porque surgen del desarrollo de actividades relevantes para los estudiantes que contemplan muchas veces objetivos y contenidos que van más allá de lo estrictamente curricular (Giraldo y Martínez, 2018).

Desde la perspectiva de Thomas (2000) se define como una modalidad de enseñanza y aprendizaje centrada en tareas, siendo su objetivo principal la obtención de un producto final. Este método promueve el aprendizaje individual y autónomo dentro de un plan de trabajo definido por objetivos y procedimientos. De esta manera cuando los alumnos adquieren un rol autónomo, toman conciencia de su propio aprendizaje y se responsabilizan de este, al ser partícipes en la toma de decisiones respecto a los contenidos que se llevarán a cabo en el proyecto, y que partirá principalmente de su contexto, intereses y gustos sobre el tema.

Por lo anterior, podríamos destacar que el ABPy debe ser una de las herramientas para el desarrollo de las competencias que más se van a demandar y potenciar en los sistemas educativos del Siglo XXI, entre ellas el trabajo colaborativo y el desarrollo de procesos de argumentación y uso del lenguaje.

### **Características del ABPy**

Maldonado (2008) dice que, emplear el ABP como estrategia didáctica se considera relevante en la experiencia educativa, al considerar que: (a) La metodología de proyectos es una estrategia para el aprendizaje que permite el logro de aprendizajes significativos, porque surgen de actividades relevantes para los estudiantes, y contemplan muchas veces objetivos y contenidos que van más allá de los curriculares. (b) Permite la integración de asignaturas, reforzando una visión de conjunto de los saberes humanos. (c) Permite organizar actividades en torno a un fin común, definido por los intereses de los estudiantes y con el compromiso adquirido por ellos. (d) Fomenta la creatividad, la responsabilidad individual, el trabajo colaborativo y la capacidad crítica, entre otros.

Además de lo anterior Martí et al (2010) nos presentan algunas características del ABPy desde el punto de vista del profesor entre las que mencionan que:

“El ABPy posee contenido y objetivos auténticos, utiliza la evaluación real, es facilitado por el profesor, pero este actúa mucho más que como un orientador o guía al margen, sus metas educativas son explícitas, afianza sus raíces en el constructivismo (modelo de aprendizaje social) además, permite que los educandos realicen mejoras continuas e incrementales en los productos, presentaciones o actuaciones de los estudiantes y está diseñado para que el profesor también aprenda” (p.13).

Por otro lado, y referente al rol de los estudiantes, Ching y Hsu (2013) afirman que: “Estos tienen la oportunidad de asumir más responsabilidad e independencia de aprendizaje de una manera personalmente significativa. Además, la retroalimentación de los compañeros tiene el potencial de facilitar los procesos de aprendizaje de diferentes maneras. Por ejemplo, revisar los borradores de proyectos de los compañeros puede ayudar a los estudiantes a reflexionar sobre su propio trabajo y mejorar el desempeño de sus propios proyectos” (p. 260).

Las definiciones y características presentadas anteriormente se constituyen en un punto de partida para comprender el significado del ABPy; sin embargo, este trabajo se identifica con la perspectiva del Buck Institute for Education ahora en adelante (BIE), desde el cual se define el ABPy como un “Método sistemático de enseñanza que involucra a los estudiantes en el aprendizaje de conocimientos y habilidades, a través de un proceso extendido de indagación estructurando alrededor de preguntas complejas y auténticas, y tareas y productos cuidadosamente diseñados” (p.14)

El BIE, es una organización norteamericana de investigación y desarrollo que trabaja con el fin de que las escuelas y aulas sean más efectivas gracias al uso de la enseñanza basada en problemas y proyectos. Esta Organización, busca desarrollar diferentes estrategias que puedan implementarse en el diseño de proyectos, los cuales son orientados por estándares para que, de esta manera, los estudiantes aprendan conocimientos específicos del contenido y habilidades para la resolución de problemas.

Por lo anterior, abordaremos la estrategia ABPy desde las 8 características para el diseño de proyectos, propuestas por Larmer; Mergendoller y Boss (2015) y que están alineadas con la propuesta del BIE, (Ver gráfico 3). Lo anterior, debido a que nos permite diseñar y ejecutar nuestra propuesta investigativa, hacia la construcción de conocimientos específicos en nuestro caso acerca de la temática calidad del suelo, y el desarrollo de habilidades como la argumentación y el trabajo cooperativo.



Gráfico3.

Para comprender cada una de las características anteriores, se presentan en la tabla 1, la definición y algunos ejemplos asociados a estas características.

**Tabla 1.*****Características BIE***

<b>Característica</b>	<b>Definición</b>	<b>Ejemplo</b>
<b>Conocimiento y habilidades</b>	Inicialmente se parte de un <i>conocimiento</i> , que va desde los conceptos y comprensiones profundas, para que los estudiantes aprendan a aplicar sus aprendizajes al mundo real y sea utilizado para resolver problemas, responder a preguntas complejas y crear productos. Cabe resaltar que el conocimiento de contenidos y la comprensión conceptual por sí mismos no son suficientes en el mundo de hoy, es por ello por lo que se promueven las habilidades de éxito, como el trabajo colaborativo, el pensamiento crítico y la argumentación.	Revisión de estándares definidos por el Ministerio de educación Nacional (MEN), Derechos básicos de aprendizaje (DBA) y Habilidades del Siglo XXI
<b>Pregunta orientadora</b>	Un reto o pregunta atractiva, podría hacer que el aprendizaje sea más significativo para los estudiantes, no sólo están ganando conocimiento para recordarlo, están aprendiendo porque tienen una necesidad real de saber algo, por lo que pueden utilizar este conocimiento para resolver un problema o responder a una	¿Cómo informar a la comunidad sobre las afectaciones a la calidad del suelo, derivadas de la minería de caolín?

	pregunta sugerida para el proyecto aplicado en esta investigación.	
<b>Investigación debe ser continua</b>	El proceso de investigación lleva tiempo, lo que significa que un proyecto ABPy dura más de unos días, en donde el participante se vuelve un sujeto activo y comprometido. Los proyectos pueden incorporar diferentes fuentes de información.	Confrontar noticias, realizar entrevistas, promover visitas con expertos.
<b>Conexión con el mundo real</b>	Aumenta la motivación y el aprendizaje de los estudiantes, con el fin de que le den utilidad a lo aprendido, de esta manera es como los contenidos y los aprendizajes no quedan sueltos.	Salidas pedagógicas y Noticias para la identificación de problemas del contexto.
<b>Voz y voto</b>	Permite que los estudiantes aporten y tengan cierto control sobre el proyecto en asuntos como: generar preguntas, seleccionar recursos, definir tareas, establecer roles y diseñar productos, por lo que se podría decir que tener voz en un proyecto crea un sentido de pertenencia, y, por tanto, los participantes se preocupan y se dedican más.	Selección y asignación de roles, conformación libre de grupos colaborativos.
<b>Reflexión</b>	Se propone reflexionar sobre lo que se está aprendiendo, ¿cómo lo están aprendiendo? y ¿por qué lo están aprendiendo?, sobre el conocimiento del contenido y la comprensión adquirida, ayuda a los estudiantes a solidificar lo que han aprendido y a pensar en cómo podría aplicarlo en otros lugares, más allá del proyecto.	Espacios de retroalimentación, diálogo, discusiones, coevaluación y heteroevaluación.
<b>Crítica y revisión</b>	Tiene como finalidad enseñar a los estudiantes cómo dar y recibir comentarios constructivos, y que mejoren los procesos y productos del proyecto	Rúbricas, modelos y guías de retroalimentación.
<b>Producto para un público</b>	Comprende la creación de un producto final, donde los estudiantes hacen tangible lo que han aprendido y cuando se comparte públicamente se vuelve discutible. además, que sirve como evidencia de aprendizaje.	Piezas audiovisuales (vídeo, revista científica).

### *Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico*

Además de lo anterior, se propone el uso de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, de la que abordaremos algunos elementos, y condiciones que permitan al estudiante continuar con su proceso de construcción de conocimiento, de modo que adquiera significado para él mismo. Entre ellas, se encuentran algunos de los principios propuestos por Moreira (2010), para comprender la influencia del proyecto en el contexto educativo, partiendo de las problemáticas locales y que pueden aportar al aprendizaje de los estudiantes que participen de él.

Al respecto, (Pozo, 1989, como se citó en Rodríguez Palmero, 2008) considera la Teoría del Aprendizaje Significativo como una teoría cognitiva de reestructuración. Para él, se trata de una teoría psicológica que se construye desde un enfoque organicista del individuo y que se centra en el aprendizaje generado en un contexto escolar. Se trata de una teoría constructivista, ya que es el propio individuo el que genera y construye su aprendizaje (p. 9).

Adicionalmente, Ausubel (2002) en cuanto a las condiciones necesarias para lograr un aprendizaje significativo menciona algunos elementos, destacamos los siguientes:

1. Que el material que va a ser aprendido sea relacionable (o incorporable) a la estructura cognitiva del aprendiz, de manera no arbitraria y no literal.
2. El material utilizado debe tener significado lógico y psicológico para el sujeto que aprende.
3. Que el aprendiz manifieste disposición para relacionar, de manera sustantiva y no arbitraria, el nuevo material, potencialmente significativo, con su estructura cognitiva. En otras palabras, que tengan predisposición para aprender.

En consecuencia, Moreira (2005) afirma que estas condiciones comprenden la interacción entre el nuevo conocimiento y el conocimiento previo, entendiendo estos como

un proceso, donde el primero genera un significado para el estudiante, y el segundo, se enriquece de manera que este deja de ser un receptor pasivo y por el contrario se vuelve activo.

Tomando como base la Teoría original, Moreira (2005) presenta una propuesta para abordar el aprendizaje significativo desde una postura crítica, en la cual manifiesta que el Aprendizaje Significativo Crítico es aquella perspectiva que permite al sujeto formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, estar fuera de ella. Es a través de ese aprendizaje como el estudiante podrá lidiar, de forma constructiva, con el cambio, sin dejarse dominar, manejar la información sin sentirse impotente frente a su gran disponibilidad y velocidad de flujo, beneficiarse y desarrollar la tecnología, sin convertirse en tecnófilo (Moreira, 2005, p.7).

Aunque la Teoría propone 11 principios, aclaramos que para cumplir con el objetivo de la investigación nos apoyamos específicamente en tres principios.

Inicialmente tenemos el principio del conocimiento como lenguaje, el cual propone que cada lenguaje, tanto en términos de su léxico como de su estructura, representa una manera singular de percibir la realidad, y que la clave de comprensión de un “conocimiento”, o de un “contenido” es conocer su lenguaje.

De manera que:

“Aprender un contenido de manera significativa es aprender su lenguaje, no sólo palabras – también otros signos, instrumentos y procedimientos – aunque principalmente palabras, de forma sustantiva y no arbitraria. Aprenderla de forma crítica es percibir ese nuevo lenguaje como una nueva forma de percibir el mundo, podría decirse entonces que el aprendizaje de un nuevo lenguaje es mediado por el intercambio de significados, por la clarificación de significados, por la negociación de significados que se hace a través del lenguaje humano” (Moreira, 2005, p.12).

Para la presente investigación este principio se pretende asociar a los procesos de argumentación oral y escrita, donde los estudiantes puedan avanzar en la construcción de sus discursos sobre la minería de caolín y sus posibles efectos sobre la calidad del suelo.

El segundo principio que abordaremos es el principio de la interacción social y el cuestionamiento, el cual propone que, la interacción social es indispensable para que se concrete un episodio de enseñanza, el cual ocurre cuando el maestro y el alumno, interactúan compartiendo significados a cerca de las temáticas disciplinares, en la que se debe implicar un intercambio permanente de preguntas en lugar de respuestas. Moreira (2005)

Al respecto el mismo autor fundamenta que:

“Una enseñanza basada en respuestas transmitidas primero del profesor para el alumno en las aulas y, después, del alumno para el profesor en las evaluaciones, no es crítica y tiende a generar aprendizaje no crítico, en general mecánico. Por el contrario, una enseñanza centrada en la interacción entre profesor y alumno enfatizando el intercambio de preguntas tiende a ser crítica y suscitar el aprendizaje significativo crítico” (p.89).

En este estudio el presente principio se pretende asociar a los procesos de discusión y participación oral y escrita, para los estudiantes puedan construir aprendizajes a partir de los interrogantes que surgen en la elaboración del proyecto.

Finalmente abordaremos el principio del aprendiz como perceptor/representador en el cual se propone que:

“El aprendiz es un perceptor/representador, o sea, percibe el mundo y lo representa: todo lo que el alumno recibe, lo percibe. En este sentido el perceptor decide cómo

representar en su mente el objeto o estado de cosas del mundo y toma esa decisión basado en aquello que su experiencia previa (o sea, percepciones pasadas) le sugiere que irá a «funcionar» para él (p.90).

Este principio se asocia al proyecto debido a que los estudiantes serán tratados como perceptores/representadores, para lo cual según el mismo autor “implica la percepción crítica y sólo puede ser facilitado si el alumno fuera, de hecho, tratado como un perceptor del mundo y, por lo tanto, de lo que le es enseñado, y a partir de ahí, un representador del mundo, y de lo que le enseñamos” (p.91).

Por lo anterior, se espera que los estudiantes adquieran un aprendizaje significativo acerca de las afectaciones a la calidad del suelo derivadas de la extracción minera, la cual está presente en su contexto y que se utiliza para la construcción de conceptos propios del contenido científico escolar, de manera que lo aprendido les sea de utilidad en su realidad.

### ***Los procesos discursivos en el marco de esta investigación***

En esta investigación se retoman elementos teóricos asociados a la argumentación, ya que consideramos que es un referente apropiado para atender a los objetivos de esta investigación; sin embargo, aclaramos que su uso estará dirigido a la comprensión de los cambios en los procesos discursivos de los estudiantes al aplicar un proyecto. No se pretende analizar la estructura de los argumentos o ahondar en las construcciones escritas u orales desde componentes como los presentados en el Modelo Argumental propuesto por Toulmin.

En este sentido, diversos equipos de investigación en didáctica de ciencias se han interesado por el sistema de comunicación en las clases, por el discurso del aula. Al respecto, nos identificamos con Cazden (1991) quienes afirman que este discurso se entiende como un sistema de comunicación, el cual reconoce el papel del lenguaje. Esto se

corresponde con la importancia que se otorga al lenguaje, desde la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (Moreira, 2010).

Desde la perspectiva de Sutton (1992; 1997) también se ha mencionado la importancia del rol de la comunicación y el lenguaje para la construcción del conocimiento científico escolar. A continuación, y con la aclaración realizada, se presentan algunos elementos conforme a la argumentación en el marco de esta investigación.

### ***La Argumentación como evidencia de Aprendizaje***

La argumentación en este trabajo se utiliza como el medio por el cual se pretenden evidenciar algunos de los aprendizajes a cerca de la incorporación de elementos discursivos durante la ejecución del proyecto. Retomamos para ello a Kuhn (2010), quien explica que la argumentación puede ser considerada como una ventana por la cual se puede acceder a los modos de pensar de los estudiantes, y sus producciones como una forma viable de valorar sus aprendizajes. Esta misma autora, plantea que contextos sociales como las aulas de clases se pueden configurar en espacios satisfactorios que podrían incentivar y desarrollar las habilidades argumentativas de los estudiantes, siempre y cuando se hagan actividades que las promuevan. En este sentido, la escritura de textos argumentativos puede constituirse en una operación epistémica básica de cualquier situación de aprendizaje lo que conduce a justificar su uso como una forma de evaluación de los logros alcanzados. (Duschl, 2007)

Con relación a lo anterior, Sardá y Sanmartí (2000) proponen que la inclusión de la argumentación en la escuela se hace necesaria, pues es de vital importancia para aprender ciencias, establecer acciones que desarrollen habilidades lingüísticas orales y escritas. Así mismo, consideran que los estudiantes deben tener aproximaciones a las actividades de las comunidades científicas para comprender las dinámicas que en ellas se llevan a cabo, resaltando la importancia en el cambio de los argumentos retóricos a los racionales.

Al respecto retomamos tres definiciones del Artículo de Chion (2014) referentes a la definición de argumentación. En el que diversos autores exponen; En primer lugar, según Jiménez Aleixandre (2010) la argumentación se puede definir como la capacidad de evaluar enunciados con base a pruebas. En segundo lugar, el grupo de Lectura y Escritura en Enseñanza de las Ciencias (LIEC) de la Universidad Autónoma de Barcelona, entiende que es una actividad social, intelectual y verbal que sirve para justificar o refutar una opinión, y que consiste en hacer declaraciones teniendo en cuenta tanto al emisor como al receptor. En tercer lugar, Sanmartí (2003) dice, que para argumentar hace falta elegir entre diferentes opciones o explicaciones y a partir de ello, razonar sobre los criterios para evaluar o ajustar la opción elegida.

Para esta investigación se retoman algunos elementos del Modelo Argumentativo de Toulmin (MAT), el cual supone que un argumento propiamente dicho consiste en tres componentes esenciales: Datos (D) corresponde a la información, antecedentes o hechos de los cuales disponemos para dar fundamento. Garantías (G) son las que permiten justificar el paso desde los datos a la conclusión. y Conclusiones (C), es la proposición elaborada a partir de generar una serie de datos. Además, el mismo autor menciona que los argumentos también incorporan características más generales, tales como el respaldo (R) que son circunstancias generales en las que la garantía es apoyada, el calificador modal (M) el cual incorpora explícitamente el grado de certeza o incerteza del argumento (siempre, a veces, probablemente, depende) y la refutación (E) que son las situaciones/restricciones bajo las cuales la Conclusión no sería válida (Toulmin, 2007; Pinochet, 2015).

Aunque este autor no será el referente exclusivo para el análisis de los cambios discursivos, los elementos que tendremos en cuenta se dirigen al uso de respaldos (R), que en este caso serán llamados fundamentos para facilitar la comprensión y las posibles conclusiones (C), a las cuales lleguen los estudiantes gracias a los datos recolectados durante las actividades del proyecto.

Para sustentar lo anterior, hemos optado por reconocer en las cuestiones sociocientíficas una oportunidad para consolidar los procesos argumentativos, donde la enseñanza no se quede sólo en contenidos conceptuales, sino que se tomen en cuenta asuntos propios del contexto y se problematicen en el aula, con el fin de que los estudiantes le den utilidad a lo aprendido (De Pro Bueno y Rodríguez, 2010). Además, porque esto posibilita la formación de ciudadanos que tomen decisiones basados en realidades, datos y evidencias.

### *Cuestiones Sociocientíficas*

En esta investigación se han retomado las Cuestiones Sociocientíficas (CSC) como un marco de referencia que permite problematizar el objeto de estudio y que pretendemos permita a los participantes reconocer la minería y sus posibles afectaciones sobre el suelo como una oportunidad para mejorar los procesos discursivos a lo largo del proyecto a implementar.

Arango (2015), hace mención a que el estudio de las Cuestiones Sociocientíficas se centra en problematizar los usos de la ciencia y la tecnología, también propone que, para

promover el desarrollo de habilidades argumentativas, es una vía excelente para la construcción de conocimientos en las instituciones educativas, y en concreto en las aulas de clase, para abrir espacios en la formación científica. Asuntos compartidos para los intereses de la presente investigación.

En este sentido, el mismo autor fundamenta que: “Hacer ciencia, aprender ciencia y aprender sobre la ciencia, son aspectos claves en el estudio de las Cuestiones Sociocientíficas, porque dichos asuntos están relacionados con la posibilidad de argumentar, debatir, discutir; buscar información y analizarla” Arango (2013, p.30)

Ahora bien, ¿Qué se entiende por Cuestiones Sociocientíficas? Según Zeidler, Sadler, Simmons & Howes (2005), las Cuestiones Sociocientíficas de ahora en adelante CSC.

“Son dilemas o controversias sociales que tienen en su base nociones científicas; es decir, son una serie de asuntos polémicos, en los que los temas basados en la ciencia y las decisiones tomadas en relación con ellos reflejan los principios morales, y éticos, que abarcan sus propias vidas, así como el mundo físico y social que les rodea. (p.361).

En este orden de ideas, un rasgo fundamental de las CSC es su carácter interdisciplinario, el cual vincula cinco dimensiones: social, ética, política, ambiental y científica (Jiménez Aleixandre, 2010), dimensiones que la cuestión sociocientífica abordada en este proyecto abarca, pero que, por las características de éste, se hace énfasis sólo en dos dimensiones, las cuales son: La dimensión social, de la cual abordaremos algunos aspectos económicos de la minería de caolín en el territorio como, la generación de empleo, uso de dineros distribuidos en regalías, y donaciones a la región, e inversión en la

recuperación del suelo desde dilemas o controversias que generen discusiones. Y la dimensión científica, la cual se divide en dos aspectos, el primero tiene que ver con los conocimientos y saberes disciplinares vinculados con la cuestión sociocientífica y el segundo aspecto tiene que ver con la Naturaleza de las Ciencias de ahora en adelante NdC (Jiménez Aleixandre, 2010).

### ***Minería: una Cuestión Sociocientífica***

En el marco de esta investigación la minería de caolín se plantea como una cuestión sociocientífica, porque según lo propuesto por Zeidler, Sadler, Simmons & Howes (2005) se problematizan en el aula (describen que algunas de las particularidades de las CSC, son su carácter controversial, los cuales se constituyen en) dilemas propios del contexto, que podrían convertirse en una oportunidad para que los estudiantes asuman posturas, donde la argumentación sobre dichas cuestiones podría contribuir al desarrollo del pensamiento crítico y construcción del conocimiento en el aula de clase.

Chamat et al., (2016), expresan que Colombia es un país con tradición minera y que esta actividad ha desempeñado un papel importante tanto en el entorno económico como social del país.

“Entre los años 2010 y 2014, el sector minero ha tenido tasas de crecimiento superiores a las presentadas por otros sectores productivos como la silvicultura, la piscicultura y, en algunos años, las manufacturas. Este dinamismo de la actividad minera se explica, en parte, por el aumento que tuvieron los precios internacionales de minerales entre el 2010 y el 2012 y por la legislación colombiana que hizo atractiva la inversión extranjera y nacional en el sector” (p.7)

En este orden de ideas, el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, “Todos por un nuevo país”, plantea que:

“El sector minero-energético seguirá siendo uno de los motores de desarrollo del país a través de su aporte al crecimiento económico, al aparato productivo, al empleo rural y a la inversión privada” En este sentido, como lo enuncia el plan, Colombia debe aprovechar al máximo su potencial en recursos naturales, bajo altos estándares ambientales y sociales, articulándose con las demás políticas sectoriales, las autoridades territoriales y la sociedad civil”

Además, también subraya la importancia del sector en la generación de recursos, que garantizarán el funcionamiento de distintos programas y planes públicos. Por lo anterior, el Gobierno Nacional ha emprendido la tarea de formular una única Política Minera Nacional, que al recoger las diferentes políticas y lineamientos de las existentes en el país se convierte en la política minera única integral de Colombia y la cual se apoya en seis pilares fundamentales: seguridad jurídica, condiciones competitivas, confianza legítima, infraestructura, información y autoridad minera fortalecida y eficiente.

### ***Minería de caolín***

Una de las actividades económicas que se realizan en el Municipio la Unión-Antioquia, es la explotación minera, específicamente la minería de caolín. Este mineral, es un silicato de aluminio hidratado, producto de la descomposición de rocas feldespáticas principalmente. El término caolín se refiere a arcillas en las que predomina la mineral caolinita. Sus principales características son: peso específico, 2.6; dureza, 2; color blanco (aunque puede tener diversos colores debido a las impurezas); brillo generalmente terroso

mate; higroscópico (absorbe agua); y plasticidad de baja a moderada (coordinación general de la minería, 2014).

Con base a lo anterior, Villa (2012) menciona algunas implicaciones del uso del suelo, el impacto ambiental y social que generan las minas de caolín en el territorio:

“Técnica y tecnológicamente, la actividad minera se desarrolla en un alto porcentaje en condiciones inadecuadas, obteniendo como resultado pérdidas de yacimientos hídricos tanto superficiales como subterráneos, igualmente pérdida de materia orgánica, lo que vuelve infértil y estéril ese suelo para la producción agrícola” (p.132).

Para atender a los objetivos ya planteados, consideramos que se debe tener claro lo que se entenderá por calidad del suelo, algunos autores hacen mención a que este concepto está en constante evolución, pese a lo anterior una de las explicaciones que más se adecua a los intereses de nuestra investigación es la siguiente, propuesta por Arshad y Coen (1992) quienes le dieron a este concepto una connotación más ecológica; la definieron como su capacidad para aceptar, almacenar y reciclar agua, minerales y energía para la producción de cultivos, preservando un ambiente sano. Las definiciones más recientes de calidad del suelo se basan en la multifuncionalidad del suelo y no sólo en un uso específico, pero este concepto continúa evolucionando. (Singer y Ewing, 2000)

Por otro lado, acerca de las concepciones alternativas sobre las afectaciones al suelo y el agua se han encontrado algunos estudios como el de Yus y Rebollo, 2002, como se citó en Rebollo, M; Prieto, T. y Brero, 2005) realizado con 294 alumnos de 12-17 años, nos permitió obtener algunas conclusiones de interés, entre las que merecen ser destacadas las siguientes:

“a) Se constatan importantes dificultades derivadas de la polisemia del término “suelo”, lo que provoca que un porcentaje importante de alumnos tiendan a usar la acepción vulgar como superficie que normalmente pisamos. Como señala Pedrinaci (1996) el problema surge, como ocurre con otros conceptos científicos (fuerza, energía, etc.), cuando el término científico y el cotidiano coinciden y cada acepción tiene su ámbito específico de aplicación b) Los alumnos tienden a considerar el origen del suelo como un proceso alóctono, equivalente a la sedimentación de materiales acarreados por algún agente geológico. Es decir, la formación del suelo se produce por procesos acumulativos en lugar de interactivos. c) Un grupo significativo de los alumnos atribuyen a los suelos actuales la misma edad que la Tierra, cuestión que conecta con la perspectiva estática de los procesos geológicos y el origen de las rocas. d) Sólo un grupo reducido llega a concebir el suelo como producto de la alteración de la roca, en el que no intervienen para nada los procesos químicos. e) Estas dificultades en la comprensión del concepto científico de suelo se mantienen aún al final del bachillerato” (p.4).

Las temáticas anteriormente descritas convergen en una relación transversal, lo que permiten enriquecer, conectar y articular los diferentes saberes disciplinares, de manera que los estudiantes le encuentren sentido y utilidad a los mismos.

## CAPÍTULO III.

### 3. FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA

En este capítulo se presentan los aspectos metodológicos que orientaron el proceso de investigación y la propuesta de intervención asociada al diseño e implementación de un proyecto. Además, se presenta el tipo de estudio, los instrumentos para la recolección de la información, las consideraciones éticas y los criterios de análisis definidos.

#### 3.1 Metodología de Investigación

La metodología de esta propuesta investigativa se abordó desde el enfoque cualitativo, el cual según Creswell (2010) es un proceso interrogativo de comprensión basado en distintas tradiciones metodológicas de indagación que exploran un problema social o humano. Dicho enfoque busca comprender los fenómenos, explorarlos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con su contexto. Además, es recomendable cuando el tema del estudio ha sido poco explorado o no se ha hecho investigación al respecto en ningún grupo social específico

Así mismo, es importante mencionar el rol del investigador quien en este marco metodológico adquiere un papel activo, autores como Preissle (2008) y Marshall (2011) Citados por Hernández, Fernández y Baptista (2014), señalan que el papel del investigador cualitativo construye un panorama complejo y holístico, analiza discursos, refiere visiones detalladas de los informantes y lleva a cabo el estudio en un entorno natural. Creswell (2010) fundamenta que en una investigación cualitativa el investigador también es un instrumento de recolección de datos, el cual recoge palabras o imágenes, las analiza inductivamente, se centra en el sentido de los participantes y describe un proceso

maneja un lenguaje expresivo y persuasivo, además de que lo considera como un asunto interrogativo de comprensión, basado en distintas tradiciones metodológicas de indagación que exploran un problema social o humano.

Además de lo anterior, esta investigación se ubica en el método estudio de caso, que según Stake (2010) es el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular para llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes, donde el caso se convierte en objeto de estudio. En consecuencia, este autor propone tres tipos de estudio de caso: intrínsecos, instrumentales y colectivos. El primero, tiene que ver con la intención de aprender sobre un caso en particular y que sea de interés. El segundo, tiene la finalidad de investigar una situación paradójica, una necesidad de comprensión general, aquí el caso se examina para profundizar en un tema o afinar una teoría, y en tercer lugar los casos colectivos, los cuales pueden ser intrínsecos o instrumentales, donde el investigador examina varios casos (Stake, 2010).

Dado lo anterior, hemos decidido que el tipo de estudio de caso que más se adecua a las particularidades de nuestra propuesta de investigación, es el estudio de caso intrínseco, ya que se busca conocer un caso en particular.

### **3.2. Selección de los participantes**

Bajo los criterios que proponen Hernández Fernández y Baptista (2014), la selección de los participantes se realizó por conveniencia. puesto que se tuvo en cuenta la asistencia constante de los estudiantes al centro educativo, y además debido a la contingencia asociada al aislamiento obligatorio, se seleccionaron aquellos estudiantes que tuvieron disposición, conectividad y que manifestaron interés por continuar con el proyecto.

Por consiguiente, se eligieron 3 estudiantes, a los cuales se les designó la letra C correspondiente a (Caso), un número (1 y 3) para su codificación.

### **3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de información**

De acuerdo a lo que proponen Morse (2012) y Lichtman (2013) Citados por Hernández, Fernández y Baptista (2014). La recolección de la información está orientada a proveer un mayor entendimiento de los significados y experiencias de las personas. Además, el investigador comienza a aprender por observación y descripciones de los participantes donde concibe formas para registrar los datos que se van refinando conforme avanza la investigación. Este podría recolectarlos de diferentes tipos: lenguaje escrito, verbal, no verbal, conductas observables e imágenes.

Referente a lo anterior, los autores expresan que:

“Lo que se busca en un estudio cualitativo es obtener datos (que se convertirán en información) de personas, seres vivos, comunidades, situaciones o procesos en profundidad; en las propias “formas de expresión” de cada uno. Al tratarse de seres humanos, los datos que interesan son conceptos, percepciones, imágenes mentales, creencias, emociones, interacciones, pensamientos, experiencias y vivencias manifestadas en el lenguaje de los participantes, ya sea de manera individual, grupal o colectiva. Los datos se recolectan con la finalidad de analizarlos y comprenderlos, y así responder a las preguntas de investigación y generar conocimiento” (p.397).

Para la recolección de la información en esta investigación y atender a los objetivos ya descritos, las técnicas e instrumentos utilizados para la obtención de datos son las siguientes:

### ***Observación***

La observación en la investigación cualitativa no se reduce sólo a sentarse a ver el mundo y a la toma de notas, más bien implica que nos hagamos parte del contexto, en el que tengamos un papel activo, estar atento a los detalles, sucesos y ser reflexivo frente a las situaciones que allí sucedan. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) un buen observador necesita utilizar todos sus sentidos para captar los ambientes y a sus actores, ya que todos los factores (Clima, colores, espacio, iluminación) pueden ser importantes para la investigación. Los tipos de observación usados en nuestra investigación fueron: Participación Pasiva, donde el observador está presente, pero no interactúa y Participación completa, el observador interviene totalmente, se convierte en un participante más.

### ***Entrevista***

Se define como una reunión para intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra el (entrevistado), donde se establece una relación más íntima, flexible y abierta, con el fin de que se construyan significados sobre un tema determinado, alrededor de preguntas y respuestas.

El tipo de entrevista usado en nuestra investigación fue la entrevista semiestructurada, en la cual el entrevistador se basa en una guía de asuntos o preguntas, además, se tiene la libertad de introducir preguntas adicionales que surjan en el momento, con el fin de que se precisen algunos conceptos y se obtenga más información del tema en cuestión. (Ver anexo 1)

### ***Diario de campo y bitácora***

Estos instrumentos permiten registrar anotaciones de los acontecimientos que suceden en el contexto, aclaramos que el diario de campo es un instrumento del investigador y la bitácora es un insumo de los estudiantes. Para el caso particular de diario, se recomienda hacer una breve descripción del ambiente, el lugar y la relación con los participantes, al igual que las citas textuales de lo que ellos dicen (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Es importante que en ambos instrumentos se diligencien al finalizar cada sesión, con el fin de que no se omitan cosas importantes. (Anexo 2 y 3)

### ***Cuestionarios***

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) el cuestionario es uno de los instrumentos más utilizados para la recolección de datos, el cual consta de un conjunto de preguntas respecto a una o más variables a medir. Las preguntas pueden ser abiertas o cerradas.

Dichos instrumentos aportaron información para la posterior triangulación para evidenciar el proceso discursivo de los estudiantes a cerca de las implicaciones antrópicas derivadas de la minería de caolín y sus posibles afectaciones sobre la calidad del suelo. (Anexo 4 y 5)

### **3.4. Consideraciones éticas**

Por la naturaleza de la presente investigación este trabajo se acoge a los principios de la ética en la investigación propuestos por Hernández, Fernández y Baptista (2014), los cuales se relacionan con el respeto a los derechos de los participantes y al lugar donde se

efectúan las investigaciones. Estos elementos se pueden resumir en las siguientes cuestiones:

- a) Los participantes tienen derecho a estar informados del propósito de la investigación, el uso que se hará de los resultados de esta y las consecuencias que puede tener en sus vidas.
- b) Negarse a participar en el estudio y abandonarlo en cualquier momento, así como negarse a proporcionar información.
- c) Cuando se utiliza información suministrada por ellos o que involucra cuestiones individuales, su anonimato debe ser garantizado y observado por el investigador.
- d) Uso de consentimiento o aprobación de la participación. Además de conocer su papel en una investigación específica, es necesario que los participantes proporcionen el consentimiento explícito acerca de su colaboración (preferentemente por escrito, en especial en estudios cualitativos). Las formas de aprobación deben adaptarse a los requerimientos legales de la localidad donde se lleve a cabo la investigación.(Wiersma y Jurs, 2008).

Lo anterior es necesario para llevar cabo una óptima intervención en la que se proteja tanto la integridad del participante, como la del investigador. (Anexo 6)

### **3.5. Metodología de Enseñanza**

La propuesta que se describe a continuación se corresponde con el diseño de un proyecto que toma como referencia para su diseño la propuesta del Buck Institute for Education (BIE). En este sentido, inicialmente, se presenta el contexto de aplicación, el diseño del proyecto, las actividades que involucra, su planeación y el cronograma. El

proyecto se configura en el marco del análisis que permite comprender el caso y aplicar las técnicas e instrumentos descritos anteriormente.

### **3.5.1. Contexto**

A continuación, realizaremos una breve descripción del contexto donde se lleva a cabo la investigación.

El desarrollo del presente estudio se realizó en el Municipio de la Unión (Antioquia), en la Institución Educativa Rural San Juan, ubicada en la vereda del mismo nombre, la cual cuenta con una población aproximada de 900 habitantes, y lugar donde realizamos la práctica pedagógica. Esta institución es de carácter público, y presenta condición de ruralidad en la que se evidencia alto deterioro del paisaje debido a la deforestación mediante la tala y quema de bosques para uso de las tierras en explotaciones agrícolas, pecuarias y mineras específicamente la minería a cielo abierto para la extracción de caolín.

Dado que la práctica pedagógica se realizó en dicha institución, pudimos evidenciar las problemáticas del contexto anteriormente mencionadas, las cuales vimos como una oportunidad para la construcción de conocimientos y es a partir de allí que emerge este proyecto que involucra CSC asociadas a la minería de caolín y su relación con los posibles efectos sobre el suelo.

### **3.5.2. Diseño del proyecto**

Esta investigación se llevó a cabo durante el año 2019 y el primer semestre del año 2020, en la Institución Educativa Rural San Juan, del Municipio La Unión- Antioquia. Contempló diez semanas de trabajo con 30 horas de dedicación, distribuidas entre las clases

Ciencias Naturales (2h) y Lengua castellana (1h), es decir, 3 horas semanales. El proyecto tiene como título “Aventura Caolín”

El proyecto "Aventura Caolín" se estructuró atendiendo a las características propuestas por el BIE, y su diseño general se puede apreciar en el mapa referenciado en el gráfico 4.

### MAPA DEL PROYECTO AVENTURA CAOLÍN

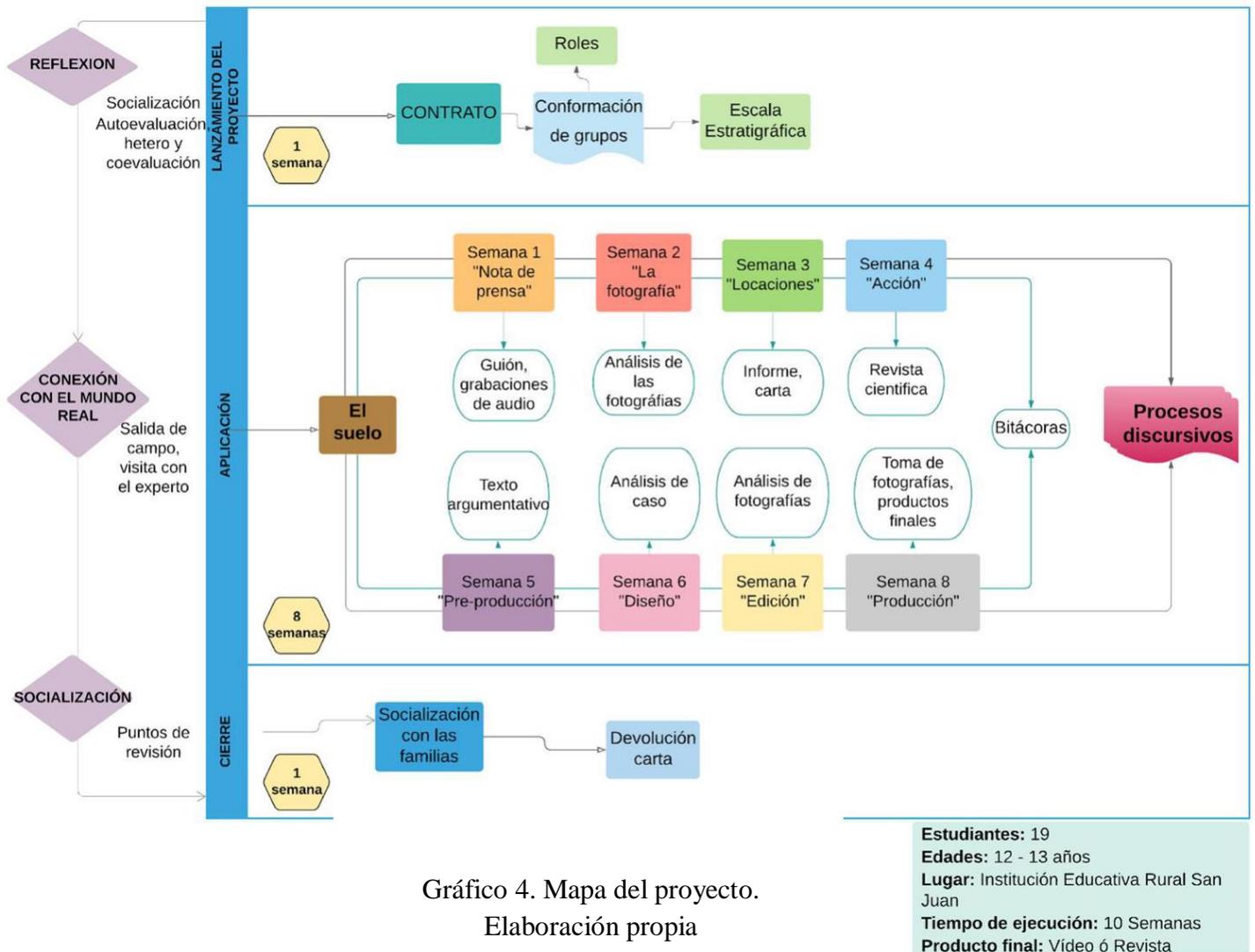


Gráfico 4. Mapa del proyecto.  
Elaboración propia

Además del mapa del proyecto, en el anexo 7, se presenta la descripción del diseño del proyecto “Aventura Caolín”, donde se describen los productos, las habilidades que se pretenden desarrollar, la evaluación, herramientas instruccionales y demás elementos necesarios para comprender su estructura.

Para describir en mayor detalle o profundidad el desarrollo del proyecto y los aprendizajes que se esperan, en la tabla 2, se presentan los elementos considerados en este proyecto que están asociados a las características propuestas por el BIE.

**Tabla 2.**

*Características esenciales del proyecto*

<b>Investigación continua</b>	<b>Pregunta orientadora</b>	<b>Voz y voto de los estudiantes</b>	<b>Reflexión</b>
Salida pedagógica, visitar la biblioteca, presentación y revisión de fuentes de información en artículos, revistas, noticias, fotografías, blogs y vídeos	¿Cómo informar a la comunidad sobre las afectaciones a la calidad del suelo, derivadas de la minería de caolín?	Conformación de grupos colaborativos según sus afinidades Selección del rol (Gerente, Gestor del diálogo, secretario, gestor ambiental y vigía del tiempo). Los estudiantes también tendrán autonomía y podrán sugerir, ampliar y analizar diferentes fuentes de información	Uso de rúbricas para la autoevaluación y coevaluación, serán aplicados en diferentes puntos del proyecto como una oportunidad de revisión y mejora continua.
<b>Crítica y revisión</b>		<b>Conexión con el mundo real</b>	
La bitácora, listas de cotejo, diálogo en el aula. En las cuales se realizará retroalimentación.		Visita con un experto, lectura de documentos y noticias nacionales, salida pedagógica, entrevistas, vídeos documentales (nacionales e internacionales)	
<b>Producto para un público: Vídeo</b>			

## **Cronograma de actividades**

Se realiza un cronograma de actividades, con el fin de organizar las tareas que se llevarán a cabo en el transcurso del proyecto. Como anexo 8, se presenta dicho cronograma elaborado para el grado octavo, con base en condiciones que garantizan el cumplimiento de la actividad de acuerdo con el inicio y fin de la misma, se utiliza información relacionada con la calidad del suelo y sus afectaciones por la minería a cielo abierto.

### **3.5.3. Actividades realizadas desde las áreas participantes**

En el anexo 9, figuran además de los tres momentos descritos en el mapa del proyecto, las actividades específicas desarrolladas, los instrumentos de recolección de información, los objetivos y fecha de ejecución.

### **3.5.4. Actividades de la propuesta de intervención**

En este trabajo, la metodología de enseñanza parte de la ejecución de un proyecto, el cual pretende informar a la Comunidad de San Juan sobre las posibles afectaciones derivadas de la minería a cielo abierto, específicamente la minería de caolín. Se espera que los estudiantes argumenten y tomen posturas frente a estas problemáticas propias de su contexto y además aprendan sobre el concepto suelo y actitudes favorables hacia la conservación del medioambiente.

A esto se añade, que la propuesta basada en proyectos propone transversalizar algunas asignaturas del currículo, para este caso (Ciencias Naturales y español), las cuales permiten al estudiante apreciar la importancia de relacionar los saberes para la resolución de problemas y darles utilidad a los conocimientos adquiridos.

Las actividades que se pensaron para la investigación son de tipo teórico – prácticas y se espera aporten información útil para atender a los propósitos de este trabajo. A continuación, se describen las actividades propuestas.

### ***Semana Lanzamiento.***

Se estableció un contrato de trabajo (Anexo 10), se conformaron los grupos colaborativos. Se explicaron los elementos de la bitácora, además de dar la instrucción que esta debe realizarse en cada sesión del proyecto. Se explicó cómo serán los procesos de reflexión y crítica, que corresponde a la evaluación y revisión de las actividades desde las áreas del conocimiento involucradas en el proyecto.

### ***Semana 1: Nota de prensa: Acerca del valor ecosistémico y acciones antrópicas al suelo.***

Para esta actividad ya deben estar conformados los grupos colaborativos, dentro de los cuales cada integrante tiene un rol y deberán de apropiarse de él para realizar el titular (Camarógrafo, presentador, entrevistados).

En primer lugar, se explicó por parte de las maestras en formación los conceptos valor ecosistémico y acciones antrópicas al suelo, en donde se esperaba tener participación por parte de los estudiantes durante la intervención. Seguidamente se expuso cómo realizar el titular informativo y se presentó un video como ejemplo para su realización. Posterior a esto a cada grupo se le entregó un material informativo: una noticia, un artículo y un audio, con los cuales debían preparar su guion para la presentación del titular (Anexo 11).

### ***Semana 2: Toma de fotografías***

Con ayuda de los celulares que haya disponibles por los grupos colaborativos, tomar fotografías dentro de la institución a lugares que den cuenta del tipo de estructura del suelo. Se les dio instrucciones básicas para realizar esta actividad, tales como manejar la

iluminación, no realizar tomas a contraluz y enfoque. Después de esto, se editaron algunas de las fotos tomadas en una aplicación llamada “VSCO” instalada previamente en sus celulares. La actividad se realizó con el fin de que se acercaran más a los temas audiovisuales. Luego de realizar la edición de las fotografías los estudiantes hicieron una descripción de estas utilizando conceptos ya tratados en las intervenciones anteriores.

### ***Semana 3: “Locaciones” Visita A La Mina De Caolín***

Para esta actividad la locación fue “las minas de caolín”, la cual permitió motivación y conexión con el mundo real. Se realizó una rúbrica y un informe, donde describieron lo observado en la salida de campo. Además, realizaron una carta dirigida a la empresa, donde exponían sus apreciaciones después de la visita (Podían hacer recomendaciones, agradecer, etc.) (Anexo 12 y 13).

### ***Semana 4: “Acción” Revista Científica***

La construcción de la revista ayudará a evidenciar los procesos argumentativos de los estudiantes, para ello se propuso el siguiente orden:

1. Titular, en el que hicieron entrevistas a familiares o personas de su comunidad, a cerca de la problemática “Daños al recurso suelo por la extracción minera”
2. Edición del titular, Transcripción de la entrevista y preparación nota de prensa con los datos recolectados y su opinión.

### ***Semana 5: “Pre- producción”***

La pre-producción ayudó a que el producto final tuviera unidad y coherencia. Se realizó Construcción de apartados informativos para la revista científica, se propuso un texto

argumentativo con el fin de informar a la comunidad acerca de estas problemáticas ambientales.

***Semana 6: “Diseño” la portada de la revista, de manera creativa y acorde al tema “Minería de caolín y el suelo”***

Se les entregó material para que adornaran sus revistas, diseñaron el nombre y logo para la misma. Además de analizar un caso y asumir una postura frente a éste, la cual se debía incorporar en el video o revista.

Se les entregó un caso para analizar y además de ello discutirlo con su familia. El caso fue el siguiente: Imagina que tú familia ha adquirido un terreno y deben tomar una decisión respecto al desarrollo de una de las siguientes actividades, extraer caolín o realizar actividad agrícola. Solo tienen estas dos opciones para invertir en él. Con base en el rol seleccionado convence a tus familiares sobre ¿cuál será la mejor inversión?

***Semana 7: “Edición”***

Elaboración del guion para la socialización: Para su elaboración se dieron algunas indicaciones: tener la idea, crear un buen conflicto, trabajar los personajes, escribir los diálogos, analizar escenas, pedir a alguien que lo lea. También definieron los roles y tiempos de intervención.

Analizar fotografías, se les entregó unas fotos de su contexto donde se evidencian algunas problemáticas como contaminación de aire por las emisiones que expulsan las volquetas, erosión del suelo derivada de la deforestación y extracción de recursos no renovables entre otras. de las cuales realizaron una descripción de las mismas de acuerdo a lo aprendido en sesiones anteriores. También se les entregó otras fotografías del “Jardín

vertical”, allí explicaron lo que pasó con cada mineral, ¿Por qué creció o no creció la planta? (Anexo 14).

Promocionaron la revista, con el fin de incentivar a que la leyeran.

### ***Semana 8: “Producción”***

Para este día ya estaban listos los video documentales y la revista científica para socializar al público.

### ***Semana Socialización***

Presentaron y socializaron sus productos finales con sus familias.

## **3.6 Estrategia de análisis**

### **3.6.1 Codificación**

Cisterna (2005) propone dos formas de construcción de categorías, la primera llamada apriorística, hace alusión a que son construidas antes del proceso recopilatorio de la información, además, se puede realizar un desglose en subcategorías, que podrían orientar y direccionar la construcción de instrumentos recopiladores de la información; y la segunda son las categorías emergentes, las cuales surgen del levantamiento de referenciales significativos a partir de la propia indagación. Al respecto, Hernández Fernández y Baptista (2014), explican que codificar los datos significa asignarles un valor numérico o símbolo que los represente.

Descrito lo anterior, se realiza una categorización apriorística considerando elementos del planteamiento del problema, la pregunta de investigación y los objetivos. (Ver Anexo 15)

Sumado a lo anterior, para la codificación se asignó letras y números a los instrumentos objeto de análisis; cuestionario 1 (H1), cuestionario de aseveraciones (A) (Anexo 12), producción escrita 1 (carta) (P1), producción escrita 2 (texto argumentativo) (P2), nota de

prensa (NP), revista Científica (R), bitácora (B) y producto final (Vídeo) (PF). Además, para realizar algunos análisis, retomamos fragmentos del diario de campo (DC) .

### 3.6.2 Sistema de categorías

Para definir el sistema de categorías, tomamos como referencia los elementos teóricos ya establecidos y que para el ejercicio de investigación realizado nos permite presentar evidencias de aprendizaje que indiquen cambios discursivos de los estudiantes. Al respecto, en la tabla 3 se presenta su descripción.

**Tabla 3.**

#### *Categorías y Subcategorías*

<b>EN RELACIÓN CON LOS PROCESOS DISCURSIVOS (PD)</b>	
<b>Subcategoría</b>	<b>Definición</b>
<b>En relación con los discursos iniciales</b>	En esta subcategoría se presentan los elementos discursivos iniciales sobre la minería de caolín, los posibles efectos de la minería de caolín en el suelo, las concepciones alternativas y consideraciones socio culturales.
<b>Incorporación de justificaciones</b>	En esta subcategoría se presentan los enunciados con valor de los estudiantes de acuerdo al proceso de investigación continua. Para el caso particular, los enunciados con valor son aquellos donde se evidencian premisas o justificaciones frente al fenómeno de estudio y donde se hace evidente el discurso del estudiante durante el proyecto
<b>En relación con el trabajo colaborativo</b>	En esta subcategoría se presentan las actividades grupales que favorecen los procesos discursivos de los estudiantes respecto a los procesos de crítica y revisión.
<b>En relación con el/los productos(s) final(es)</b>	En esta subcategoría los productos finales de los estudiantes se presentan como

	evidencia de aprendizaje y se constituyen en otro insumo para evidenciar posibles cambios discursivos de los participantes.
<b>EN RELACIÓN CON EL CONCEPTO SUELO (S)</b>	
<b>Subcategoría</b>	<b>Definición</b>
<b>Percepción/representación sobre la calidad del suelo</b>	En esta subcategoría se presentan las percepciones/representaciones de los estudiantes sobre el concepto suelo, evidenciadas durante la realización del proyecto.
<b>En relación con la formulación de preguntas</b>	En esta subcategoría se presentan las preguntas formuladas por los estudiantes durante la aplicación del proyecto aventura caolín.

Tomando como referencia la categorización propuesta anteriormente, en el siguiente apartado se presentan los resultados obtenidos en el marco de la aplicación del proyecto “Aventura Caolín” y sus respectivos análisis.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La intención del análisis en el marco de esta investigación obedece a la necesidad de interpretar las evidencias de aprendizaje de los estudiantes que nos indiquen si se presentaron cambios discursivos durante la realización del proyecto. Desde el punto de vista del aprendizaje de las ciencias, nos interesa el análisis de los procesos discursivos para identificar esas evidencias de aprendizaje u obstáculos que se puedan presentar alrededor de la minería de caolín y sus posibles afectaciones en el suelo. Igualmente, nos interesa buscar evidencias a cerca de elementos asociados al lenguaje, como la formulación de preguntas y la percepción/representación de los estudiantes.

Los análisis que acá se presentan se estructuran con base en las categorías definidas en el capítulo anterior, la información se triangula con diferentes instrumentos como entrevistas, cuestionarios, diario de campo, entre otros.

Inicialmente presentamos los resultados y el análisis de la primera categoría en relación con los procesos discursivos, para la cual se retoma el cuestionario inicial y algunas actividades del proyecto y que incorporan elementos del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), como investigación continua y crítica y revisión. Posterior a ello, presentamos los resultados y el análisis de la segunda categoría en relación con el concepto suelo.

## **4.1 En relación con los procesos discursivos**

Las respuestas de los tres Casos analizados, en la fase inicial, fueron clasificadas y agrupadas según lo propuesto en las subcategorías que se describen a continuación, se retomaron los cuestionarios, salida pedagógica, texto argumentativo, actividades prácticas, y discusiones a partir de vídeos y fotografías.

### **4.1.1 En relación con sus discursos iniciales**

Para identificar los argumentos iniciales de los estudiantes, aplicamos un cuestionario, el cual se desarrolló antes del lanzamiento del proyecto para no influir en las ideas de los estudiantes. El análisis del cuestionario inicial se realizó a partir de una historia del municipio de la unión Antioquia, extraída del libro *“La Unión: Una Historia para Contar”* (Tobón, 2004), del cual retomamos un apartado titulado: “LA UNIÓN DECLARADA MINA” en éste, se describe el inicio de la empresa de locería del municipio, su impacto y la participación social y política que tuvieron los habitantes.

Esta historia se adaptó a las necesidades de la investigación, con el fin de identificar las concepciones socioculturales, y conocimientos propios del contenido científico sobre el fenómeno de estudio, y las cuales se verían reflejadas en las respuestas del cuestionario inicial, presentamos el análisis de las explicaciones iniciales de cada uno de los casos seleccionados y un análisis general de las preguntas y respuestas. El cuestionario contaba con 14 preguntas, en la tabla 4 se describe con la Letra P, cada una de ellas.

En la tabla 4 se describen los elementos principales Caso 1

**Tabla 4.**

## Elementos Caso 1

CASO	ELEMENTOS DESCRITOS	
C1	<b>Sociocultural</b>	
	<b>Postura inicial frente a la minería</b>	
	<b>Postura inicial frente al suelo</b>	
	<b>Caolín</b>	
<b>Sociocultural</b>	P2, P3, P4, P5, P7	<p>P2: “Positivamente entraría recursos al pueblo, negativamente afectaría el medio ambiente”</p> <p>P3: “Ellos decían que no querían construir porque le haría daño al medio ambiente”</p> <p>P4: “Porque le iba a afectar sus cultivos, ya fuera de papa, fresa etc.”</p> <p>P5: " si por ejemplo mi padre tuviera un cultivo cerca lo dañaría”</p> <p>P7: “Que todos los habitantes se dieran cuenta que la empresa o que el caolín era malo”</p>
<b>Minería</b>	P6 y P8 P9, P11, P13, P14	<p>P8: “son muy dañinas” “para humanos y agricultura” “sería eficaz para obtener recursos” “sería malo para la producción de alimentos”</p> <p>P9: “Como el caolín lo extraen de las profundidades del suelo lo dañaría, y el agua la contaminaría con los químicos que le echan al caolín para producirlo”</p> <p>P11: “No, no conozco ninguna”</p> <p>P13: “La agricultura es más sana”</p> <p>P14: "A intoxicarse, de pronto quedarse atrapado entre el barro”</p>

<b>Suelo</b>	P9	P9: “cómo el caolín lo extraen de las profundidades del suelo lo dañaría” “el agua se contamina con los químicos que le echan al caolín para producirlo”
<b>Caolín</b>	P1, P9, P10, P12	P1: “Creo que es una clase de barro” P10: “Creo que buscan una parte en la que haya demasiado caolín, y lo extraen con máquinas o con palas” P12: “Para hacer esculturas, lozas, etc.”

### **Análisis C1**

El estudiante considera que el caolín es algo que se produce, y no un mineral que se encuentra en el suelo como producto de la evolución, esto se evidencia en la expresión “*con los químicos que le echan al caolín para producirlo*”. Lo anterior da evidencia de que el estudiante no conoce sobre dicha actividad, a pesar de que este inmersa en su contexto.

Además, considera que la minería de caolín tiene efectos negativos sobre el hombre y el ambiente y algunos procesos asociados a la actividad humana como la agricultura, lo cual se refleja en enunciados como “*Si por ejemplo mi padre tuviera un cultivo cerca lo dañaría*”. “*negativamente afectaría el medio ambiente*” “*son muy dañinas*” “*para humanos y agricultura*” “*sería malo para la producción de alimentos*”

Además, considera que la extracción de caolín tiene efectos negativos sobre el suelo, y hace alusión a que dicho daño se debe a la remoción de este, lo cual se refleja en la afirmación “*cómo el caolín lo extraen de las profundidades del suelo lo dañaría*”

En este aspecto los elementos mencionados por C1 se limitan a asuntos generales que en esta etapa inicial del proyecto se quedan cortos a nivel explicativo si son comparados con propuestas como las Barrera et al. (2007) quienes afirman que “los efectos

producidos por la minería en los ecosistemas incluyen destrucción del paisaje, degradación del entorno visual, disturbios en cursos de agua, destrucción de tierras destinadas a la agricultura y la disminución o pérdida de cobertura vegetal. Además, genera ruido, polvo, tráfico de camiones y maquinaria pesada, sedimentación, erosión, hundimientos de tierra” (p.132).

Igualmente, el estudiante considera la minería de caolín como una actividad que genera beneficios económicos *“Positivamente entraría recursos al pueblo” “sería eficaz para obtener recursos”* Se espera que, a través del proyecto, el estudiante logre incorporar otros elementos de la dimensión social asociadas a elementos como la convivencia, la salud, la justicia o la equidad de acuerdo a lo propuesto por Jiménez Aleixandre (2010).

En la tabla 5 se describen los elementos principales Caso 2

**Tabla 5.**

*Elementos Caso 2*

<b>CASO</b>	<b>ELEMENTOS DESCRITOS</b>
<b>C2</b>	<b>Sociocultural</b>
	<b>Postura inicial frente a la minería</b>
	<b>Postura inicial frente al suelo</b>

	<b>Caolín</b>	
<b>Sociocultural</b>	P2, P3,P4,P5,P7	<p>P2: “La comunidad es reconocida por producir caolín, pero al comprar los terrenos la comunidad pierde el territorio”</p> <p>P3: “Que, al comprar el terreno, con ayuda de varios líderes se podría llegar a un buen acuerdo”</p> <p>P4: “Porque les quitaban sus tierras y daban muy poco dinero por ello, y lo poco que daban el alcalde no lo sabía administrar”</p> <p>P5: “No es justo el poco dinero que dan por los terrenos, deberían ser prestados hasta cierta parte”</p> <p>P7: “Dieron a conocer los perjuicios de la locería al pueblo”</p>
<b>Minería</b>	P6,P8,P9,P11,P13,P14	<p>P6: “Que presten el terreno y después lo devuelvan o si no que hagan lo que quieran”</p> <p>P8: “A favor: el pueblo es reconocido, y recibe cierto dinero por ello</p> <p>En contra: el Gobierno y la minería son unos conchudos y descarados que solo quieren ingresos con esto”</p> <p>P9: “Que al hacer esto dejan cualquier sustancia mala para el agua, y se daña el suelo al sacar el caolín”</p> <p>P11: “No conozco ninguna”</p> <p>P13: “La agricultura es algo primordial”</p> <p>P14: “Puede quedar atrapado en la mina, si se llega a derrumbar”</p>
<b>Suelo</b>	P9	P9: “Deja cualquier sustancia mala para el agua” “se daña el suelo al sacar el caolín”
<b>Caolín</b>	P1, P9,P10,P12	<p>P1: “Creo que es una clase de barro”</p> <p>P9: “Deja cualquier sustancia mala para el agua” “se daña el suelo al sacar el caolín”</p> <p>P10: “lo sacan y lo llevan a procesar”</p> <p>P12: “Para hacer artesanías o instrumentos para comer, como platos o tazas”</p>

### **Análisis C2**

El estudiante considera que la extracción de caolín afecta negativamente las fuentes hídricas y al suelo, lo cual se refleja en el enunciado *"Deja cualquier sustancia mala para*

*el agua*” *“Se daña el suelo al sacar el caolín”*. Lo anterior evidencia que los elementos mencionados por C2 frente a la afectación al suelo y al agua se queda corto a nivel explicativo dado que no describe a profundidad que sustancia puede afectar el agua, ni especifica como ocurre el daño al suelo.

Además, el estudiante percibe la mina de caolín como un lugar subterráneo lo cual se evidencia en el enunciado *“Puede quedar atrapado en la mina, si se llega a derrumbar”*. lo que muestra un desconocimiento de los tipos de mina, dado que esta actividad se desarrolla a cielo abierto.

Por otro lado, el estudiante reconoce que en la minería también intervienen aspectos sociales lo cual se evidencia en afirmaciones como *“la comunidad es reconocida por producir caolín, pero al comprar los terrenos la comunidad pierde el territorio”* *“les quitaban sus tierras y daban muy poco dinero por ello”* en estas afirmaciones es posible evidenciar que C2 incorpora en la dimensión social las implicaciones que tiene la minería frente a elementos como la justicia y equidad (Jiménez Aleixandre, 2010) además el estudiante da su opinión personal *“No es justo el poco dinero que dan por los terrenos, deberían ser prestados hasta cierta parte”* aquí se evidencia que el estudiante hace una reflexión frente a lo relatado en la historia, y de lo cual asume una postura inicial *“En contra: el Gobierno y la minería son unos conchudos y descarados que solo quieren ingresos con esto”*.

En este sentido el estudiante ve la actividad minera no como un asunto netamente económico, sino que, en él, también intervienen asuntos socioculturales.

En la tabla 6 se describen los elementos principales Caso 3

Tabla 6.

*Elementos Caso 3*

CASO	ELEMENTOS DESCRITOS	
C3	<b>Sociocultural</b>	
	<b>Postura inicial frente a la minería</b>	
	<b>Postura inicial frente al suelo</b>	
	<b>Caolín</b>	
<b>Sociocultural</b>	P2, P3,P4,P5,P7	<p>P2: “Podría impactar positivamente el nivel económico, y la generación de empleo. Y negativamente porque esto quedaría oculto a los habitantes”</p> <p>P3: “Financiando gastos de la defensa y contratando abogados para defender los derechos”</p> <p>P4: “Por la cantidad de hectáreas que necesitaban explotar”</p> <p>P5: “Se iba a explotar muchas hectáreas”</p> <p>P7: “Que gracias a los medios de comunicación mucha más gente se informó de lo que estaba sucediendo”</p>
<b>Minería</b>	P6,P8,P9,P11,P13,P14	<p>P6: “Que tienen parte buena y parte mala, porque se explotan las tierras, pero a cambio producen caolín para hacer loza”</p> <p>P8: “En bien de la minería porque así se podrían crear diferentes objetos de loza y a cambio la economía del municipio aumentaría”</p> <p>P9: “El agua la puede ensuciar y la tierra se vuelve infértil”</p> <p>P11: “Creo que hay una, pero es para evitar la minería ilegal”</p> <p>P13: “la agricultura he crecido con ella”</p> <p>P14: “Quizás a sumergirse en las minas de barro y que se le dificulta salir de allí”</p>
<b>Suelo</b>	P9	P9: “El agua la puede ensuciar y la tierra se vuelve infértil”

<b>Caolín</b>	P1, P9, P10,P12	P1: “El caolín es técnicamente barro que luego será convertido en loza, es decir con esto se pueden hacer platos, baldosas etc.” P9: “El agua la puede ensuciar y la tierra se vuelve infértil” P10: “tienen máquinas que desempeñan este trabajo” P12: “Para hacer loza”
---------------	-----------------	--

El estudiante considera que el caolín es una arcilla “*El caolín es técnicamente barro que luego será convertido en loza, es decir con esto se pueden hacer platos, baldosas etc.*” en este aspecto se puede evidenciar que el estudiante reconoce algunos de los usos del mineral, también comprende que este tiene un debido proceso para el uso industrial.

Además, reconoce algunas afectaciones sobre el suelo y el agua derivados de la extracción minera, como la contaminación a las fuentes hídricas e infertilidad en el suelo lo cual lo expresa en el enunciado “*El agua la puede ensuciar y la tierra se vuelve infértil*”. Una de las consecuencias de la extracción es la erosión y la cual puede llevar a que el suelo se vuelva infértil.

En este sentido el estudiante da una explicación utilizando conceptos relacionados al lenguaje científico escolar, pero no profundiza en cómo se da dicho proceso.

Además, en una de sus afirmaciones parece relacionar el impacto minero solo en aspectos socioeconómicos, lo cual se evidencia en enunciados como “*Podría impactar positivamente el nivel económico, y la generación de empleo*” y “*En bien de la minería porque así se podrían crear diferentes objetos de loza y a cambio la economía del municipio aumentaría*”.

### ***Hallazgos generales***

Lo descrito anteriormente permite evidenciar que los argumentos de los estudiantes se quedan en opiniones simples. Además, se observa que estos no incorporan elementos propios del lenguaje científico escolar para fundamentar sus argumentos.

Respecto a esto los estudiantes C1, C2, C3: reconocen efectos negativos en la minería, pero no dan una explicación desde lo científico ni mencionan efectos específicos sobre el suelo. Igualmente, los participantes C1-C2: en cuanto a los impactos de la minería de caolín sobre la calidad del suelo no los asocian a efectos sobre la capa fértil, composición fisicoquímica o impacto en la microbiología del suelo, por el contrario, se centran en la remoción de tierra y los procesos extractivos. A excepción de C3 que hace alusión a la *“infertilidad de la tierra”*

Además, se evidencia que los estudiantes C1-C2-C3: No describen el caolín como un mineral, sino como un material.

Todo lo anterior, evidencia que los saberes previos de los estudiantes, frente a la cuestión sociocientífica abordada muestran indicios de que sus conocimientos derivan de la experiencia. Conforme a esto Maturana (2001), explica que los conocimientos previos de los alumnos son explicaciones reformuladas de la experiencia, y las cuales son aceptadas en el contexto científico debido a que *“La validez de la ciencia está en su conexión con la vida”* (p.30).

El mismo autor describe que los nuevos conocimientos son perturbaciones que en el aprendizaje significativo, recibirán significado, y al mismo tiempo a través de una interacción perturbadora modificarán en alguna medida, la estructura de los conocimientos previos sin alterar su organización (Moreira, 2005, p.9).

Además, se evidencia que en esta primera aproximación los estudiantes retoman algunos aspectos sociales, pero sólo se quedan en lo referido a lo económico, a la justicia y equidad dejando de lado otros asuntos como la salud, y la convivencia.

A continuación, presentamos las preguntas que permitieron evidenciar mayor riqueza en el discurso de los participantes las cuales fueron:

P2: ¿Cuáles son las razones por las cuales la creación de una locería podría impactar positiva o negativamente a la comunidad?, P8- Teniendo en cuenta la lectura anterior, ¿cuáles son tus argumentos a favor o en contra de la extracción de caolín para la locería? P9- ¿Cómo podría afectar la minería de caolín la calidad del suelo y el agua?, P13-Si tuvieras que tomar una posición, por cuál te inclinarías ¿La minería o la agricultura?

En relación con la pregunta dos (P2) el estudiante C2, expresa que *“La comunidad es reconocida por producir caolín, pero al comprar los terrenos la comunidad pierde el territorio”* con relación a la pregunta ocho (P8) el estudiante C1, explica que *“Las minas de caolín son muy dañinas tanto para los humanos como para la agricultura, por una parte, sería muy eficaz ya que ayudaría con el desarrollo o ingresar recursos para el pueblo. Por otra parte, sería malo porque también se acabaría la producción más seguida de alimentos, o se dañarían”*, y el estudiante C3 fundamenta *“Mis argumentos van en bien de la minería porque así se podrían crear diferentes objetos de loza y a cambio la economía del municipio aumentaría, y mi posición frente a las minas es que tienen parte buena y parte mala, porque se explotan las tierras, pero a cambio producen caolín para hacer loza”*. Y de acuerdo a la pregunta P13-Si tuvieras que tomar una posición, por cuál te inclinarías ¿La minería o la agricultura? Los estudiantes fundamentan C1 *“Por la*

*agricultura. Es más sana*". C2 *"La agricultura, porque es algo primordial"* y C3 *"La agricultura porque he crecido con ella"*

De acuerdo con lo expuesto anteriormente identificamos que las concepciones de los estudiantes frente a estas preguntas se fundamentan en consideraciones de corte sociocultural, dado que toman como base dilemas sociales y culturales involucrados en la historia, para respaldar sus argumentos, y donde dejan en evidencia sus conocimientos previos, y experiencias.

Lo anterior se respalda en el aporte de Zeidler, Sadler, Simmons & Howes (2005), descrito en apartados anteriores de esta investigación; las Cuestiones Sociocientíficas son dilemas o controversias sociales, en los que interfieren una serie de asuntos polémicos, los cuales están vinculados con la toma de decisiones basadas en los intereses y conocimientos propios.

En relación a la pregunta P9- *¿Cómo podría afectar la minería de caolín la calidad del suelo y el agua?*, C1 fundamenta *"Como el caolín lo extraen de las profundidades del suelo lo dañaría, y el agua la contaminaría con los químicos que le echan al caolín para producirlo"* el estudiante C2 expresa *"al hacer esto dejan cualquier sustancia mala para el agua, y se daña el suelo al sacar el caolín"* y el estudiante C3 explica *"Creo que al agua la puede ensuciar y la tierra se vuelve infértil"*.

De acuerdo a lo anterior identificamos que las concepciones de los estudiantes frente a esta pregunta se fundamentan en consideraciones propias de los conceptos científicos estudiados, dado que utilizan conceptos como infértil, contaminación, sustancia y químicos para expresar posibles afectaciones de esta actividad, igualmente en sus argumentos se evidencian concepciones previas frente al fenómeno de estudio.

Aunque este trabajo no se enfoca en analizar los elementos constitutivos de un argumento ni su estructura, se puede evidenciar de forma general que los argumentos presentados por los casos obedecen a aseveraciones simples.

#### **4.1.2 Incorporación de justificaciones**

En esta subcategoría buscamos evidenciar si la investigación continúa, uno de los elementos del Aprendizaje basado en Proyectos (ABPy) favorece o no, el proceso discursivo de los estudiantes.

Para ello describimos actividades relacionadas con esta característica, las cuales son: Salida pedagógica (Carta P1), Cuestionario de aseveraciones, y discusiones a partir de vídeos y fotografías. Con cada una de estas actividades se identifican enunciados con valor y fragmentos verbales (recolectados en grabaciones de audio) de los estudiantes plasmados durante cada actividad. Para el caso particular, los enunciados con valor son aquellos donde se evidencian premisas o justificaciones frente al fenómeno de estudio y donde se hacen evidentes los discursos de los estudiantes durante el proyecto “Aventura caolín”.

A continuación, presentamos cada una de las actividades y su respectivo análisis.

##### ***Cuestionario de Aseveraciones (Ver anexo A)***

El cuestionario emerge a partir de la proyección de un video en el cual se explicó el proceso de extracción del mineral “caolín”, y su respectivo destino en la industria. Además de una breve discusión frente a los efectos de ésta sobre el medio ambiente.

El objetivo de esta actividad fue reconocer los argumentos de los estudiantes frente a la minería de caolín, de manera que las investigadoras pudiéramos evidenciar posturas a favor o en contra, para ello, los enunciados fueron hechos a partir de aseveraciones que problematizan acerca de la minería de caolín y sus implicaciones a nivel social, económico

y ambiental en el municipio de la Unión. Lo anterior se consideró como una actividad preparatoria para la salida pedagógica.

Para el análisis de esta categoría retomamos los aportes de Adúriz-Bravo et al., (2011) sobre las competencias escolares, a las cuales se refiere como la capacidad de integrar situaciones y diversos contextos, conocimientos y actitudes que se desarrollan en el proceso enseñanza-aprendizaje. Además, expone que la competencia argumentativa escolar, es esa capacidad que el estudiante desarrolla en el momento que pone a prueba el conocimiento y adquiere una postura a partir de diversas perspectivas y/o aseveraciones que se le presenten, de las cuales es capaz de crear explicaciones y tomar decisiones justificadas.

Lo anterior, se evidencia en las aseveraciones (A1, A2, A3 y A4) que aparecen a continuación como título, las cuales se hacen para identificar las posturas de los estudiantes asociados al fenómeno de estudio.

**(A1). *La minería de caolín contamina las fuentes hídricas.***

El estudiante C1 fundamenta que el agua es algo adherido al caolín "*Sí, porque para poder separar el caolín del agua debe añadir un líquido para separarlo y esa agua con este mineral puede ir a parar a las fuentes hídricas y contaminar las demás aguas*" y considera que la sustancia agregada para separar el mineral del agua es quien contamina las fuentes hídricas y no el caolín.

El participante C2 considera que la actividad minera solo contamina el suelo, y hace alusión a que la remoción de éste es quien causa dicha afectación "*No, porque se daña el suelo al remover las demás capas para sacarlo y el agua se contamina con ciertos químicos dañinos para nosotros*". Igualmente considera que las fuentes hídricas se contaminan con sustancias químicas y no propiamente con el caolín.

El estudiante C3 considera que en la minería de caolín ocurren procesos químicos para la extracción del mineral *"Si, porque al agua le tienen que echar muchas sustancias químicas para poder extraer el caolín"*. Y es este proceso el que afecta las fuentes hídricas.

Respecto a esta aseveración los tres casos consideran que el proceso que realiza la minería para la extracción del caolín es quién afecta las fuentes hídricas y no el mineral.

**(A2). *La extracción de caolín afecta la superficie de la tierra removiendo su capa fértil.***

El estudiante C1 considera que la capa fértil es un mineral que se encuentra en gran proporción *"para poder extraerlo deben de remover mucha tierra fértil para poder encontrarlo. Y es esto lo que hace que el acceso al caolín sea más complejo y cause mayor afectación"*.

Por otro lado, C2 expresa *"Si, se nota la deforestación de la capa vegetal, y todo lo demás que está sobre el caolín, ya sabemos que es un proceso de muchos años para que la tierra vuelva a tener la fertilidad de antes"*. Lo anterior permite evidenciar que el estudiante utiliza los conocimientos adquiridos por la observación, además de que considera la deforestación como una actividad derivada de la minería de caolín y la cual causa infertilidad.

El estudiante C3 considera que la afectación a la fertilidad del suelo se debe a la extracción del caolín *"Sí, ya que hay que remover la capa vegetal y muchas otras capas para llegar al tan deseado caolín"*.

**(A3). *Extraer caolín produce efectos positivos sobre el suelo y el agua.***

C1 fundamenta que la extracción de caolín impacta negativamente tanto a los seres vivos como al suelo y al agua *"Para mí no es positivo porque el suelo lo utilizan para sembrar alimentos y extrayendo el mismo no se podría sembrar, el agua lo mismo porque este residuo del agua lo beben los animales y nosotros mismos"*. Además, considera que la extracción hace que el suelo pierda las propiedades que permite la producción de alimentos.

El estudiante C2 considera que lo que produce efectos negativos sobre el agua y el suelo es el proceso llevado a cabo en la extracción del caolín *“Tal vez el caolín no, pero lo que utilizan para extraerlo puede afectar los caudales y los ríos porque estos son productos químicos que las empresas utilizan para saber qué tan puro es el caolín”* y no el mineral

Igualmente, el C3 concibe que la extracción de caolín afecta negativamente el suelo y le atribuye a esta la infertilidad de los suelos: *“No, antes afecta la fertilidad de él, y de esta manera pueden pasar muchos años para que vuelva a ser fértil”*

En esta aseveración pudimos identificar que tanto C1 como C3 le atribuyen a la extracción minera la responsabilidad de presencia de suelos infértiles, a excepción del C3 quien fundamenta afectaciones de esta actividad solo a las fuentes hídricas.

**(A4). La minería de caolín es la mejor opción para el crecimiento económico de la región.**

El estudiante C1 considera que la minería de caolín se realiza en terrenos extensos que afectan las producciones agrícolas *“En forma económica si puede avanzar y mucho la región, pero en forma agrícola no porque para hacer esto hay que dañar demasiada tierra...”* y no la considera la mejor opción de crecimiento económico.

C2 considera que la minería de caolín podría ser una buena opción para el crecimiento económico, pero para ello debe seguir ciertos protocolos *“Si, siempre y cuando se lleve a cabo un buen proceso y a conciencia... El buen proceso sería trabajar en la mina hasta una cierta parte y volver a sembrar árboles para devolver la fertilidad del suelo”* a los cuales le atribuye extracción escalonada y la reforestación del terreno.

El estudiante C3 considera que la minería de caolín puede generar ingresos económicos en la región, pero a un costo irreparable *“Tal vez, y puede ser una forma de conseguir dinero y mejorar la economía de la región, pero a cambio grandes zonas pueden quedar inservibles para cosechar otras cosas”*. por lo que no la considera como la mejor opción para el crecimiento económico de la región.

En esta aseveración evidenciamos que los Casos 1 y 2 no consideran la minería de caolín como la mejor opción de crecimiento económico de la región debido a los daños que causa en el suelo como la infertilidad, lo que podría hacer que las producciones agrícolas puedan desaparecer, a excepción de C2 quien propone protocolos para la actividad minera ya que considera que es una buena fuente de ingresos. Referente a esto, se evidencia que cada estudiante adquiere una postura y hace interpretaciones diferentes de un mismo hecho.

Finalmente, identificamos que el vídeo y la discusión tuvieron gran influencia en el discurso de los estudiantes, dado que en la actividad incluyeron datos puntuales que allí se explicaron, como que en el proceso del caolín se le agregan químicos (floculantes) a los tanques de agua donde se introduce la materia prima para separar el mineral de otras arcillas presentes y así dejar el mineral caolín puro. Además de otros conceptos que se retomaron en clase, como la deforestación, daños a la capa vegetal, fertilidad, entre otros. También fue una actividad que generó expectativa a los estudiantes, ya que lo que estaban viendo en el vídeo, lo observarían en persona en la salida pedagógica programada a la empresa Sumicol.

### ***Cartas (PI)***

Luego de la salida Pedagógica, los estudiantes debían realizar un informe y una carta destinada a la empresa que visitaron, dicha carta podía ser con recomendaciones, reclamos o agradecimientos. En ella debía verse reflejada una postura frente a las acciones que realizan, teniendo en cuenta lo explicado durante el recorrido.

Con esta actividad los participantes a través de la observación pudieron hacer constructos por medio de la identificación de regularidades de la cuestión sociocientífica estudiada, y que al ponerlas en el contexto educativo en cuanto al aprendizaje de conocimientos propios de las ciencias y la utilización de este lenguaje cobran validez.

En cuanto a las salidas pedagógicas o salidas de campo, Pérez y Rodríguez (2006) consideran que es una estrategia que genera en el individuo un acercamiento más consciente con la realidad, es significativa en el sentido que se potencia el proceso de observación e interpretación, además del planteamiento de conjeturas y recolección de información que les posibilitan entender y reconstruir su entorno social. “Con la salida de campo el estudiante comprende cómo funciona el espacio, mediante el contacto directo con las formas organizativas del mismo, para poder diferenciar los usos, los costos y las funciones que los usuarios delegan en este” (Pérez y Rodríguez, 2006, p. 231)

Lo anterior se evidencia en los siguientes apartados, en los cuales se destacan fragmentos de las cartas, donde incorporan datos recopilados en la salida y otras actividades preliminares.

### *Carta Caso 1*

Señores Bumed

El día de hoy quiero hacer una recomendación como gestor ambiental en encontrar otra manera de extraer el caolín que no sea teniendo que afectar la capa vegetal o tenerla que quitar para poder extraerla ya que esto afecta demasiado el suelo así no utilizan químicos.

Yo quiero hacer una propuesta de como pueden extraer el caolín sin tener que dañar mucho la capa vegetal, pueden hacer solo un agujero en el suelo por donde quepan los trabajadores y que solo ellos entren a trabajar el caolín allá y que una máquina que también quepa por ese agujero entre a sacar el caolín trabajado.

Por último también quiero agradecer por su gran labor para/con la tierra ya que a pesar de que lo lastiman mucho no usan químicos para no dañar animales o cultivos.

Muchas gracias por la atención prestada espero atiendan mi sugerencia.

Foto 1. Carta C1

**C1**, desde su rol como gestora ambiental realizó la carta a manera de recomendación, donde propone *"Otra manera de extraer el caolín que no sea teniendo que afectar la capa vegetal...Ya que eso afecta demasiado al suelo y así no utilizan químicos"* Se puede evidenciar que en su discurso retomó lo explicado durante la salida, donde el guía explica el proceso de extracción del caolín, en el que se deben remover varias capas, entre ellas la **capa vegetal** y la que disponen en otro lugar mientras realizan la excavación de la zona, luego explica que se le debe echar un **químico** floculante para separar el caolín de otros materiales y de esta forma quede listo para seguir el proceso. Además de eso, argumenta que la extracción del caolín genera efectos negativos sobre el suelo por la forma en que se realiza, por lo cual recomienda en hacerlo de una manera menos agresiva. Lo anterior permite identificar que se incorpora tanto elemento de la dimensión científica (capa vegetal, uso de químicos) como la dimensión ambiental propuestos por Arango (2015) necesarios en las discusiones sobre cuestiones sociocientíficas. Estos elementos no fueron tan evidentes en el cuestionario inicial.

### *Carta Caso 2*

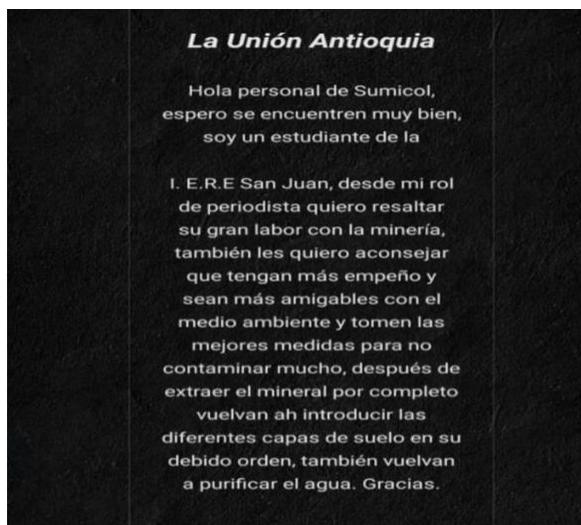


Foto 2. Carta C2

**El C2**, desde su rol como periodista hace un reconocimiento por su gran labor minera, se puede hacer inferencia que esto lo menciona porque durante el recorrido el guía resalta todo el tiempo que ellos llevan a cabo una **minería legal** y que además llevan a cabo procesos de manejo ambiental durante el proceso. También les aconseja que *"Sean más amigables con el medio ambiente y tomen medidas para no contaminar mucho"* Reconoce

que esta actividad tiene impactos negativos sobre el medio ambiente, aunque no especifica propiamente que afectaciones genera. Finalmente les da una sugerencia "*Vuelvan a introducir las diferentes capas de suelo en su debido orden, también vuelvan a purificar el agua*" este último punto hace referencia a que él tiene la concepción de que luego de la extracción, los terrenos volverán a su estado natural y no habrá repercusiones sobre ellos, por el hecho de introducir nuevamente las capas de la tierra en "orden".

### Carta Caso 3

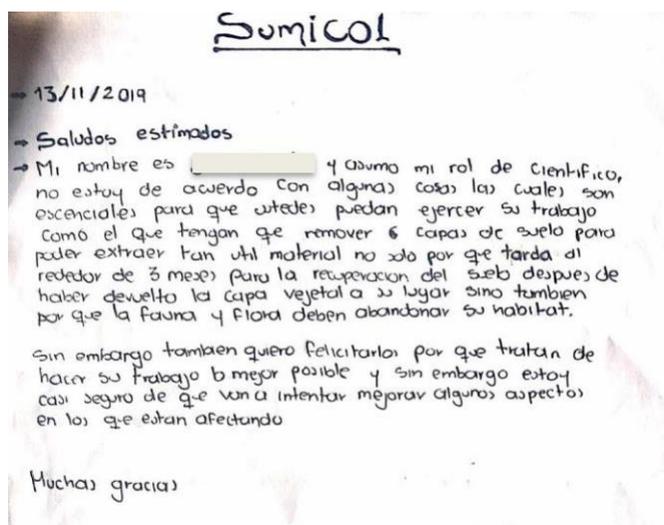


Foto 3. Carta C3

**El C3**, desde su rol como científico dice no estar de acuerdo con algunas cosas "*como el que tengan que remover 5 capas de suelo para poder extraer tan útil material, no solo porque tarda alrededor de tres meses para la recuperación del suelo después de haber devuelto la capa vegetal a su lugar, sino también porque la fauna y flora deben abandonar su hábitat*". Comprende que la actividad que realiza la empresa al extraer el caolín genera grandes impactos sobre el ambiente, tiene presente que para llegar al colín deben remover otras capas, que la recuperación de la **capa vegetal** lleva tiempo y, además, genera **desplazamiento de fauna y flora**. Esto último lo incluye después de que, en una clase magistral, se explicará sobre los efectos negativos de la minería de caolín. Concluye diciendo "*estoy casi seguro de que van a intentar mejorar algunos aspectos en los que están afectando*", esto puede ser, porque el guía recalca muchas veces durante la salida, que

ellos como empresa tienen responsabilidad social y con el ambiente, lo que los lleva a reinventar sus procesos cada que sea necesario.

De acuerdo con los fragmentos anteriores, consideramos que los procesos de razonamiento y la inclusión de justificaciones para la fundamentación de sus argumentos, es primordial a la hora de establecer relaciones entre las diferentes actividades llevadas a cabo durante el proyecto, pues esto le permitió al estudiante una participación discursiva, puesto que tuvieron espacios para que expresaran sus ideas tanto de manera verbal como escrita. En consecuencia, Sardá y Sanmartí (2000) hablan de la necesidad de enseñar a argumentar en la escuela, pues es muy importante para aprender ciencias, además, de que se desarrollan habilidades lingüísticas orales y escritas.

A modo de reflexión final, la incorporación de justificaciones se ha favorecido a través del proyecto y específicamente en los ejercicios de investigación continua. En las justificaciones iniciales se aprecia que utilizaban datos, pero eran más de corte empírico con base en sus concepciones alternativas, como se puede observar en los siguientes fragmentos: C1: *"...Esa agua con este mineral puede ir a parar a las fuentes hídricas y contaminar las demás aguas"* C3: *"...Hay que remover la capa vegetal y muchas otras capas para llegar al tan deseado caolín"*.

En cuanto a las justificaciones finales se evidencia que los estudiantes logran incorporar datos adicionales y las conclusiones son más cercanas a lo esperado, además retoman información de actividades desarrolladas como es el caso de C3, donde después de la salida pedagógica incluye lo siguiente: C3: *"Como el que tengan que remover 5 capas de suelo para poder extraer tan útil material, no solo porque tarda alrededor de tres meses para la recuperación del suelo después de haber devuelto la capa vegetal a su lugar, sino también porque la fauna y flora deben abandonar su hábitat"*.

#### **4.1.3 En relación con el trabajo colaborativo**

En esta subcategoría se retoman las actividades grupales y cómo estas han favorecido posibles cambios en el discurso. En este sentido, se retoma la actividad “Nota de prensa” (Ver anexo 16). Fue una actividad que realizaron por grupos colaborativos y se dividió en dos fases, la primera consistió en la construcción de un guion para la nota de prensa y en la segunda fase debían presentarla a todo el grupo.

Para este apartado, utilizaremos a Leitão (2012), la cual propone que el argumento es un proceso discursivo, cognitivo, dialógico, dialéctico, epistémico y cultural. Se retoman 2 de los elementos que ella propone, el argumento, como una actividad *discursiva*, porque implica el uso del lenguaje escrito o verbal para presentar posturas y *dialógica*, porque necesita de otro para hacer construcciones propias.

El siguiente análisis es extraído de la transcripción del vídeo de la nota de prensa de los grupos cooperativos, específicamente el de los casos de estudio (Tabla 7). También retomaremos algunos fragmentos del diario de campo (DC) para apoyar el análisis

**Tabla 7.**

***Transcripción Nota de prensa (NP)***

“Los científicos”	“Exploradores de caolín”
<p><i>Tema degradación de los suelos y Amenaza de deslizamiento</i></p> <p><i>Nombre de la nota de prensa “Noticia del día”</i></p> <p><i>Periodista 1: La degradación de los suelos amenaza con el destierro de más de 700 millones de personas. Para hablarnos del tema está con nosotros el geólogo Santiago Orozco.</i></p> <p><i>Periodista 2: Buenas tardes Doctor. Bueno</i></p>	<p><i>Nombre del Canal en el que se presenta la Nota “CDT”</i></p> <p><i>Periodista: “Según me informaron, los mineros están furiosos porque los ecologistas no los dejan trabajar”</i></p> <p><i>Gestor ambiental: “Yo como gestor ambiental no permitiré que sigan destruyendo las tierras” Gerente: “yo como gerente de esta empresa de minería no estoy dispuesto a seguir perdiendo más billetico”</i></p>

*doctor hables de esto*

*Geólogo: Claro, como no: Según la plataforma intergubernamental sobre biodiversidad y los servicios de los ecosistemas. Las tierras ahora son improductivas y el agua y los alimentos de menor calidad.*

*Periodista 3: ¿Qué consecuencias tiene esto?*

*Geólogo: Esto afecta el bienestar de casi la mitad de los humanos, provocando migraciones masivas de por lo menos 3.200 de los 7.500 millones de habitantes de la tierra.*

*Periodista 4: ¿Y qué es lo que está causando?*

*Geólogo: La degradación de la superficie de la tierra a causa de actividades humanas, está empujando al planeta a una sexta extinción masiva de especies.*

*Periodista 1: Se estima que para 2050 la combinación entre degradación de suelos y cambio climático reducirá el rendimiento de los cultivos entre 10 y 50 por ciento.*

*Periodista 3: Pues mi opinión es que podrá aumentar y reducir al mismo tiempo, porque no sabemos cómo irá a cambiar el clima.*

*El minero: “estoy de acuerdo con la minería ya que esta genera empleo a muchas personas que lo necesitan”.*

*El infórmate dice que “ha escuchado fuertes explosiones en las excavaciones mineras” a lo que el gerente de la empresa alza la voz y grita “fraude nosotros no utilizamos explosivos para la extracción de los minerales” le dan paso al geólogo quien comenta que “la minería afecta al suelo y al agua dejando esos lugares infértiles y que los más afectados son los seres humanos”*



Foto 4. Nota de prensa

### **Caso 1 (Grupo los científicos)**

(DC) Se evidenció trabajo en equipo, todos aportaron ideas. Una de las integrantes mencionó que tuvo una reunión con el geólogo (compañero de equipo) el cual le explicó las consecuencias de la degradación de los suelos y el impacto al agua. En la presentación de la nota mencionan datos cuantitativos, es decir que retoman datos de la noticia, además se formularon preguntas entre ellos, las cuales se respondieron con la información aportada. Se puede decir que este grupo, realizó una nota informativa, se apropiaron de sus roles y lograron presentar la nota de una manera interesante y creativa. Además de que también involucraron a los demás compañeros, preguntando ¿cuál era la opinión frente a la degradación de los suelos?

Cabe resaltar, que una de las integrantes nos sorprendió, porque al final de la presentación concluye dando su opinión y retomando el siguiente dato: “*Se estima que para el 2050 la combinación entre degradación de los suelos y cambio climático reducirá el rendimiento de los cultivos entre 100 y 50 %*”. Para lo cual la Periodista 3 contrasta diciendo que: “*pues mi opinión es que podrá aumentar y reducir al mismo tiempo porque no sabemos cómo irá cambiando el tiempo climático si subirá o bajará, según las formas de cómo nosotros también manejamos la tierra, como manejamos la degradación del suelo*”. La parte que se encuentra resaltada no estaba incluida en el guion, es decir, que fue algo que le surgió en el momento a partir de la conversación que se dio entre el grupo. Se retoma la definición de Leitão (2012) es como una actividad discursiva, puesto que de manera verbal presentó una postura frente a la situación expuesta en la noticia y dialógica, porque necesitó de lo que decían sus compañeros para hacer su propia construcción.

### ***C2 y C3 (Exploradores de caolín)***

(DG) El grupo comienza explicando en qué consistirá la nota de prensa, la cual la presentan como un debate minería vs ecología, donde estarán diferentes funcionarios (Gerente, Mineros, Geólogos, periodistas, gestor ambiental) cada uno representado por ellos.

Este grupo plantea las siguientes aseveraciones, “*Él infórmate dice que ha escuchado fuertes explosiones en las excavaciones mineras*” ... “*Geólogo la minería afecta al suelo y al agua dejando esos lugares infértiles y que los más afectados son los seres humanos*” lo cual evidencia una postura definida, se ven seguros y apropiados de la noticia que les correspondió; le dieron un sentido distinto al interpretarla desde los roles que cada uno eligió al inicio del proyecto, esto puede dar cuenta de que les interesa y están involucrados en el proceso. Esto se puede fundamentar en lo que dice Kuhn (2010) los

contextos sociales como las aulas de clases se pueden configurar en espacios satisfactorios que podrían incentivar y desarrollar las habilidades argumentativas de los estudiantes, siempre y cuando se hagan actividades que las promuevan.

Se logró evidenciar que los procesos discursivos son aquellos que se dan fácilmente cuando se generan espacios de discusión y concertación entre pares, porque según Leitão (2012) es una construcción de conocimiento vinculado al desarrollo de habilidades reflexivas y críticas de los individuos, donde sean capaz de dar opiniones y respetar las de los demás.

También identificamos, que los estudiantes ya estaban involucrando un lenguaje propio de la ciencia, basándose en la noticia entregada e incluyendo aprendizajes de sesiones anteriores. Porque se evidencia que comprenden estos conocimientos, los interpretan y los llevan a su propio contexto, de manera que lo saben expresar de manera oral y escrita, lo cual se evidencia en esta actividad.

#### 4.1.4 En relación con el/los productos(s) final(es)

En esta subcategoría los productos finales de los estudiantes se presentan como evidencia de aprendizaje, con los cuales podremos evidenciar cambios discursivos de los participantes. A continuación, presentamos un gráfico (gráfico 5) en el cual se da evidencia el proceso discursivo de los estudiantes durante la etapa inicial y al final del proyecto.

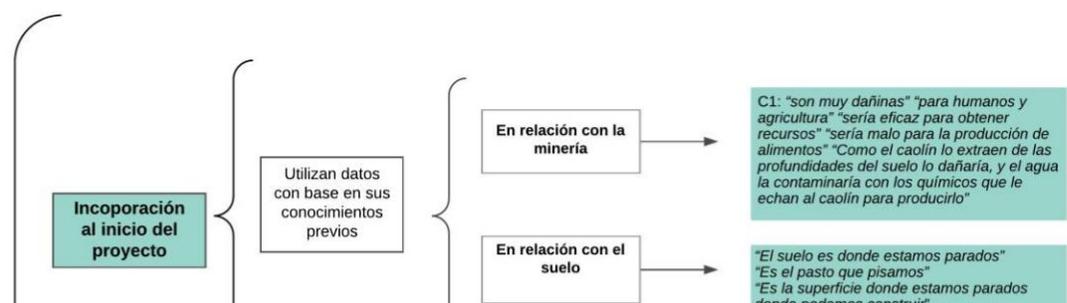


Gráfico 5. Proceso discursivo  
Elaboración propia

En el gráfico anterior, se puede apreciar que inicialmente los estudiantes justificaban sus argumentos a través conocimientos empíricos derivados de la experiencia y al final vemos que incorporan conceptos propios del lenguaje científico escolar, además de que asumen posturas.

A continuación, presentamos el análisis de los productos finales que dan evidencia del progreso argumentativo de los estudiantes y los cuales fueron un texto argumentativo (P2) y un vídeo (PF)

***Texto Argumentativo (P2)***

El objetivo de esta actividad fue elaborar un texto argumentativo, en el cual los estudiantes dejaron en evidencia los conocimientos adquiridos durante el desarrollo del proyecto. (Anexo 17)

Según Candela (1999):

“La ciencia debe ser asumida como una construcción social determinada por procesos discursivos que se establece a través de la interacción, donde se hace necesario instaurar un código que permita externalizar lo que se piensa de forma

que el interlocutor comprenda. Además, fundamenta que uno de los rasgos que caracterizan al discurso de la ciencia en la escuela y en general al discurso escolar, tiene como propósito comunicar y legitimar cierta forma de describir la realidad, en este aspecto, el lenguaje genera realidades y la ciencia es una manifestación cultural, que en el mundo actual se considera una de las formas más ampliamente aceptadas de legitimar nuevas realidades” (p.46).

Dado lo anterior, esta actividad se desarrolló con base en los saberes adquiridos en las diferentes actividades del proyecto y las cuales giran en torno fenómeno de estudio, como la salida de campo, el jardín vertical, elaboración de la columna estratigráfica, la práctica de macrofauna del suelo y la nota de prensa, en las cuales hubo interacción grupal, y discusiones que contribuyeron a la adquisición de aprendizajes y de los cuales los estudiantes retomaron aspectos socioeconómicos y conceptos propios de las ciencias naturales para la construcción de sus argumentos, los cuales respaldaron utilizando algunos fundamentos o respaldos (R) y conclusiones (C), además, de la adquisición de posturas. Lo anterior se evidencia en enunciados como:

El estudiante C1 expresa *“Estas minas son muy importantes en el marco de ingresos, es una de la principal para el municipio y para más de 900 personas, por otra parte, no me parece muy favorable para el medio ambiente, aunque no sea tanto lo que contamine con químicos etc. este hace uso de mucho terreno para hacer la extracción del mismo”*. *“La minería destruye mucha vegetación pues esto lo hacen en lugares donde antes podía haber animales cultivos etc. así que si es uno de los mayores desplazadores de fauna y animales”*.

El estudiante C2 fundamenta *“Está minería también destruye la vegetación porque para poderse llevar a cabo se tiene que remover la capa vegetal, por lo tanto, si daña la*

*vegetación, y al dañar la vegetación varios animales pierden su hábitat, por lo tanto, desplaza la fauna". "Hay muchas personas que están en contra de esta minería, pero yo estoy a favor, ya que este mineral es muy importante, con él se crean muchas cosas que utilizamos frecuentemente, por ejemplo, el papel higiénico que utilizamos todos los días, muchas esculturas y obras de arte muy hermosas, tal vez el plato en qué comemos. El caolín es súper importante, por eso estoy a favor con esta minería" "Los objetos que se crean con el caolín son objetos de primera necesidad".*

El estudiante C3 describe *"La minería de caolín como un gran y muy útil recurso, también tiene muchos aspectos poco beneficiosos al ecosistema, como la destrucción del medio ambiente el desplazamiento obligatorio de la vida vegetal y animal". "Extraer el caolín consiste en excavar o remover las capas como lo son la capa vegetal, la grava, el limo, arcillas, el gley y por último el Tan preciado recurso, el caolín". "Según mi punto de vista, se debería regular la extracción considerablemente, no sólo por el daño al nuestro preciado planeta, sino también por la contaminación que dicha actividad genera".*

Anteriormente, mencionamos que este producto escrito sería considerando como una evidencia de aprendizaje, ya que nos permite evaluar los conocimientos que los estudiantes adquirieron durante la elaboración del proyecto. Al respecto Duschl (2008) afirma que los textos escritos cobran un papel importante en la generación de conocimiento, ya que la comunicación escrita provee mecanismos de articulación de evidencias, justificaciones y postulados que permiten de una u otra forma identificar lo que el estudiante sabe.

De esta manera el texto argumentativo que construyeron los estudiantes nos permitió evidenciar que estos adquirieron cambios en sus discursos puesto que en los

instrumentos iniciales los elementos descritos anteriormente no se evidenciaban y sus argumentos solo se quedaban en opiniones simples

Además, y considerando los aportes de Candela (1999) y De Pro Bueno y Rodríguez (2010) podemos decir que estos resultados derivan principalmente en que uno de los propósitos de la investigación, fue partir de la realidad del contexto de los estudiantes para la construcción de conocimientos, lo cual pudo favorecer significativamente en el aprendizaje de los estudiantes dado que le veían utilidad a lo aprendido en sus realidades.

Es importante mencionar que la siguiente actividad se desarrolló en el tiempo de la contingencia debido al Covid-19 que enfrenta el país y el mundo. Debido a esto las orientaciones finales se realizaron a través de los medios virtuales.

A continuación, se presenta la elaboración de la revista científica, la cual quedó inconclusa debido a la contingencia ya mencionada. En esta se expondría las concepciones de la comunidad académica de acuerdo a las afectaciones al suelo a causa de la minería de caolín, a través de una entrevista, además de incorporar el texto argumentativo (P2) para informarle a la comunidad dichas implicaciones.

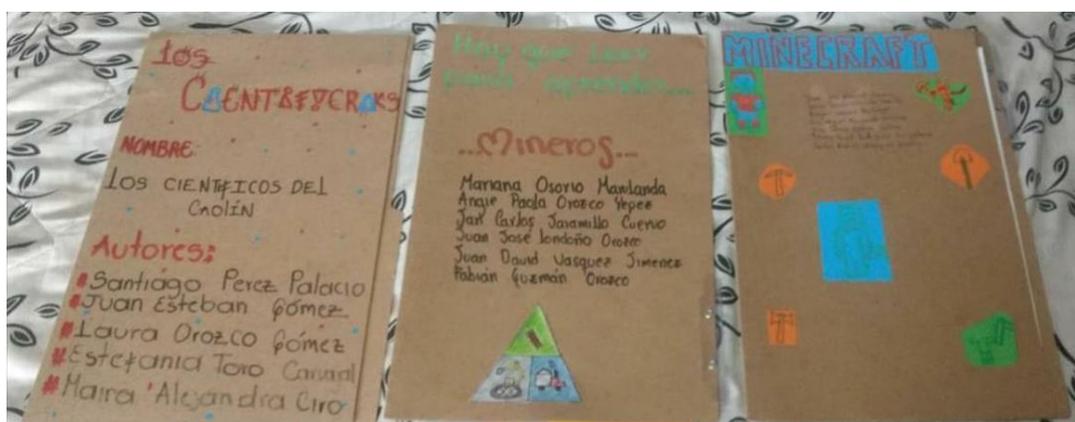


Foto 4. Elaboración Revista científica

En el siguiente apartado, presentamos los elementos descritos en el video (PF) y su respectivo análisis.

Para esta actividad se les delegó a los estudiantes un caso, el cual tomarían como base para la construcción del video, que entre otras cosas quedaba a libre desarrollo, es decir podrían hacerlo tipo documental, noticiero, informativo, debate, entre otros, lo cual en secciones anteriores se les presentaron ejemplos de cómo hacerlo. Además, se les explicó que podían asumir su rol como “Gestor Ambiental, Científico y Reportero” correspondiente a cada participante.

El caso fue el siguiente:

Imagina que tú familia ha adquirido un terreno y deben tomar una decisión respecto al desarrollo de una de las siguientes actividades, extraer caolín o realizar actividad agrícola. Solo tienen estas dos opciones para invertir en él. Con base en el rol seleccionado convence a tus familiares sobre ¿cuál será la mejor inversión?

Según Arango (2015) integrar las Cuestiones Sociocientíficas en la clase de Ciencias Naturales, contribuyen significativamente en la formación científica crítica, porque permite los estudiantes reflexionar sobre las problemáticas reales del contexto y asumir posturas y defenderlas mediante la argumentación, tomar decisiones informadas basadas en conocimientos sobre ciencia, Tecnología, Educación Ambiental, asuntos sociales, políticos y éticos, y llevar a cabo acciones responsables o civilistas que realmente impacten la sociedad” (P.39).

Lo anterior se puede evidenciar en enunciados que se extraen del video de cada caso.

### *Vídeo C1*



El participante C1 para la elaboración del PF interpreta su rol de Gestor Ambiental para orientar a sus padres quienes también participan en este, los resultados se evidencian a continuación.

Para este participante, su madre hace referencia a que la minería le genera ingresos económicos en menor tiempo con respecto a la agricultura, y su padre fundamenta que invertiría el terreno, mejor en agricultura ya que esta es la mayor fuente de sustento. La estudiante les explica que antes de tomar una decisión deben tratar de enfocarla hacia la actividad que menos contamine.

Al respecto fundamenta que *“la minería es muy contaminante porque es una minería a campo abierto, esto implica que se debe extraer y separar la capa vegetal y muchas otras capas del suelo para poder encontrar el caolín, esta actividad no es tan contaminante como otras en relación a basuras y químicos, sino que es una afectación directa al suelo”* *“Por otra parte en la agricultura mayormente se utilizan químicos los cuales contaminan mucho, estos químicos mal habidos quedan en campos donde puede haber animales que después los van a comer y los que pueden intoxicar”*

Después de la explicación que la estudiante les dio a los padres estos siguieron en la incertidumbre, pero al hacer una reflexión y con base en los argumentos presentados por C1, deciden invertir el terreno en la actividad agrícola. Se destaca que en sus argumentos mencionan que éste tipo de minería es a campo abierto, al inicio por el contrario consideraba que la minería era exclusivamente subterránea, además también expone los impactos negativos que podría tener la agricultura a la calidad del suelo.

### ***Vídeo C2***

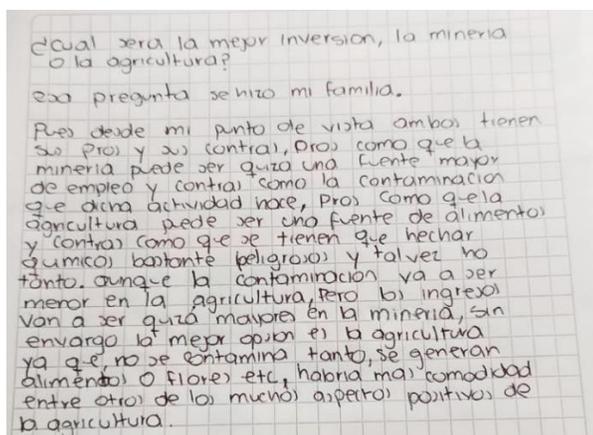


Foto 6. Captura vídeo C2

El estudiante realiza su video de manera informativa, en éste algunos integrantes de su familia participan como la abuela y su madre. La abuela fundamenta que debido a que la agricultura no contamina tanto invertiría en ella y no en la minería, igualmente su madre explica que la agricultura brinda mayor beneficio al hogar y la minería daña mucho los terrenos. Al respecto, el estudiante explica que:

*“En mi familia nos pusimos de acuerdo y escogimos invertir en la agricultura en vez de la minería ya que en la agricultura hemos tenido mayor experiencia y somos más buenos en ello, en cambio en la minería no hemos tenido experiencia y además nos va a dañar mucho el terreno, porque lo contamina ya que el suelo se erosiona y debido a esto pierde su fertilidad”*

### **Escrito C3**



¿Cuál será la mejor inversión, la minería o la agricultura?

esa pregunta se hizo mi familia.

Pues desde mi punto de vista ambos tienen sus pros y sus contras, pros como que la minería puede ser quizá una fuente mayor de empleo y contras como la contaminación que dicha actividad hace, pros como que la agricultura puede ser una fuente de alimentos y contras como que se tienen que hacer químicos bastante peligrosos y tal vez no tanto aunque la contaminación va a ser menor en la agricultura, pero los ingresos van a ser quizá mayores en la minería, sin embargo la mejor opción es la agricultura ya que no se contamina tanto, se generan alimentos o flores etc, habría más comodidad entre otros de los muchos aspectos positivos de la agricultura.

Aunque la propues

Foto 7. Escrito C3

decide realizar un texto en

el cual expresa que: *“Mi familia se hizo esta pregunta y pues desde mi punto de vista, ambos tienen sus pros y sus contras, pros como que la minería, puede ser quizás una mayor fuente de empleo y contras como la contaminación que dicha actividad hace, pros como que la agricultura puede ser*

una fuente de alimentos y contras como que se tienen que echar químicos bastante peligrosos. Aunque la contaminación va a ser menor en la agricultura, los ingresos van a ser quizá mayores en la minería. Por medio de una entrevista se le preguntó al estudiante por qué considera que la agricultura es mejor que la minería a lo que responde: **“La mejor opción es la agricultura ya que no contamina tanto si se hace orgánica”**.

De acuerdo a lo anterior, podemos decir que la construcción del video tuvo un aporte significativo en el proyecto para la construcción de conocimientos ya que los estudiantes utilizaron lo aprendido en la escuela para dar explicaciones a su familia y aplicarlo en su vida cotidiana lo cual quiere decir que los estudiantes le dieron utilidad a lo aprendido tal y como lo afirman De Pro Bueno y Rodríguez (2010) en la expresión “el que aprende debe utilizar y apreciar la utilidad del conocimiento que debe aprender” (p.386)

Al comparar esta actividad con el texto argumentativo, identificamos que ambas producciones presentan gran riqueza discursiva. Sin embargo, en la producción escrita los estudiantes incorporan más conceptos propios del lenguaje científico los cuales se representan en la siguiente nube de palabras (Gráfico 6):



Posiblemente la incorporación de los conceptos mencionados en el gráfico 6, se debe a la planificación con la que los textos se elaboran. Al respecto retomamos a Bravo (2016) quien explica algunas de las características que tienen las producciones orales y escritas en la comunicación; a cerca del lenguaje oral menciona que “la característica más importante es la ausencia de la planificación y mayoritariamente predomina el lenguaje coloquial y referente al lenguaje escrito, menciona que en este predomina la variedad estándar o formal, y los mensajes están planificados (p.28).

En este sentido cada lenguaje tiene su riqueza. Y cada lenguaje puede traer consigo diferentes implicaciones, tanto en términos de su léxico como de su estructura, lo cual hace posible una percepción del mundo real y la comprensión de un contenido (Moreira, 2005).

## **4.2 En relación con el concepto suelo**

En relación con el concepto suelo, se presentan a continuación las subcategorías definidas en relación con la forma como perciben/representan sobre el concepto suelo y la formulación y categorización de las preguntas que realizan a través del proyecto.

### **4.2.1 Percepción/representación sobre la calidad del suelo**

Para el análisis de esta subcategoría se hace necesario retomar la teoría del aprendizaje significativo en la cual se argumenta que “el aprendizaje receptivo, o sea, aquel en el que el nuevo conocimiento es recibido por el aprendiz, sin necesidad de descubrirlo, es el mecanismo humano por excelencia para reconstruir internamente la información” (Moreira,2005, p.90).

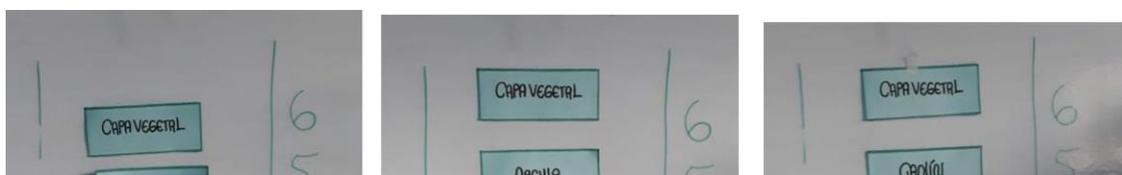
En este aspecto se retoman algunos elementos de los estudiantes en donde se hacen evidentes las percepciones/representaciones de estos frente al concepto suelo y calidad del suelo antes y durante el proyecto.

Al respecto, sobre el concepto suelo Yus y Rebollo, (1993) mencionan que los estudiantes aún al final del bachillerato mantienen ideas tales como superficie sobre la que se anda o se construyen los edificios. Lo anterior se puede evidenciar en discusiones realizadas frente al concepto suelo antes de la realización del proyecto y donde los estudiantes expresan que: “El suelo *es donde estamos parados*, otros señalaban con su mano el piso del salón, y otros estudiantes hacían mención a que “*es lo que permite tener alimentos*”, “*es el pasto que pisamos*” o “*es el espacio donde sembramos y construimos*”

“Un concepto como este es perfectamente funcional en la vida cotidiana y no sólo para los alumnos y las alumnas sino para los adultos (profesorado de ciencias incluido); no hay, por tanto, ninguna razón para que deba ser eliminado” (p.4).

De acuerdo a lo anterior, algunas actividades realizadas durante el proyecto donde se evidencia la apropiación del concepto suelo y calidad del suelo desde lo científico fueron; la elaboración de la escala estratigráfica y el jardín vertical.

Para la elaboración de la escala estratigráfica los estudiantes debían descubrir la disposición de los minerales que componen el suelo del municipio, para ello tenían escritas las diferentes capas que lo componen, las cuales estaban en desorden y debían ordenarlas.



Con esta actividad se evidenciaron las diferentes percepciones de cada grupo frente a la composición del suelo y la posición de los minerales presentes.

Luego de esta actividad se explicó la disposición correcta y se procedió a la elaboración de la escala estratigrafía ya con materiales reales.



Foto 9. Construcción Escala estratigráfica

La actividad finalizó con una discusión en la cual se les preguntó a los estudiantes ¿qué comprenden por el concepto suelo? al respecto, respondieron:

*“El suelo es una serie de capas que pueden variar de tipo, por ejemplo, la capa vegetal es diferente a la capa de caolín”*

*“Es el conjunto de capas que conforman la tierra”*

*“Es la superficie donde todo se somete a él y hay diferentes tipos de suelo”*

*“El suelo es la superficie donde todo cae en torno a la gravedad, pues básicamente es donde estamos parados”*

*“El suelo es la base para cualquier actividad económica sea agrícola minera también es la fuente principal para la sostenibilidad”.*

Luego de esto se hizo un acercamiento al concepto calidad de suelo, pero ya abordado desde la afectación derivada de la minería de caolín.

Frente al concepto calidad del suelo Arshad y Coen (1992) la definen como la capacidad que tiene el suelo para aceptar, almacenar y reciclar agua, minerales y energía para la producción de cultivos, preservando un ambiente sano. En este sentido podemos evidenciar que algunas concepciones de los estudiantes giran en torno a esta definición es el caso de:

El estudiante C3 quien explica que *“la minería de caolín podría afectar la calidad del suelo ya que lo deja árido o infértil y también afecta el ecosistema”* Además fundamenta que *“la minería deja el suelo notablemente más infértil y aunque se trate de remediar dicho suelo ya no va a ser igual puesto que ya se extrajeron las capas que había sobre el caolín”*

El estudiante C2 menciona que *“la minería afecta la calidad del suelo ya que pierde su fertilidad y vegetación”* además explica *“cómo la capa vegetal es la que está en la superficie y se va a remover para extraer el caolín se va a dañar”*.

A continuación, se describen algunas reflexiones que los estudiantes realizaron en relación con la actividad del jardín vertical el cual se elaboró con las diferentes capas del suelo y en las que sembró una semilla de frijol. al proceso se le hizo seguimiento durante aproximadamente tres meses:

De las reflexiones realizadas por el estudiante C1 resaltamos las siguientes: *“Las plantas se ven más verdes porque en la tierra que las sembramos hay más proteínas para crecer por que por ejemplo en la grava que es piedra no hay ninguna proteína para que ellas puedan crecer; ahora bien, que en la tierra como hay más proteínas hay más posibilidad de que crezcan las plantas.”* *“El agua es uno de los nutrientes más importantes*

*para el crecimiento de una planta por que la planta que nosotros sembramos "Frijol" no crece en lugares secos como algunas otras como el cactus etc. El frijol debe estarse regando para que crezca y no solo el frijol muchas plantas necesitan agua para sobrevivir al igual que nosotros, aguantamos más sin comida que sin agua. "El caolín está entre seco y mojado porque hay también puede crecer el frijol, pero un poco más despacio ya que el mineral no es muy nutritivo que digamos". "El mineral más húmedo creo que es la tierra, primero: porque ahí dura mucho el agua que les regamos a las plantas y dos: yo creo que por ejemplo si ponemos el caolín al aire libre por unos minutos se secará si está recién sacado del agua, en cambio la tierra puede durar más con la humedad". "La luz solar ayuda mucho porque sin ella las plantas no crecerían no serían tan productivas, pues gracias a la luz solar ellas levantan sus hojas y en la noche vuelven a cerrarlas, en el día se hace un crecimiento más efectivo" "Las lombrices son unas de las primeras promotoras del crecimiento así pensemos que son los químicos, no, son las lombrices pues el material orgánico ellas lo convierten en tierra y esa tierra es súper buena para que las cosas crezcan ya sean frijoles o los alimentos que se siembren en huerta".*

Las reflexiones realizadas por los estudiantes C2 y C3 fueron

*"El frijol creció en la ceniza volcánica, en la capa vegetal en la arcilla y en el gley ya que estos tienen los nutrientes necesarios para alimentar la planta" "la planta más verde es la que está en la capa vegetal, normalmente esta es la capa más fértil, depende de la fertilidad del suelo el color de la planta" "los compuestos orgánicos serían por así decirlo una fuente de vitaminas para una planta y una planta al tener algún tipo de compuesto orgánico crece más grande y más linda" "la capa vegetal tiene muchos más nutrientes y compuestos orgánicos que las demás capas por lo que la hace más fértil que las demás"*



Foto 10. Construcción Jardín vertical

De acuerdo a lo anteriormente descrito, se puede evidenciar que los estudiantes adquieren un dominio de los conceptos científicos de manera progresiva. Además, los fueron incorporando a su lenguaje cotidiano sin eliminar sus concepciones sino más bien enriqueciéndose y utilizándose en los momentos necesarios. Aunque, se observa un avance, aún persisten algunos errores, como considerar que en la tierra hay proteínas que llegan hacia la planta o pensar que las lombrices son unas de las primeras promotoras del crecimiento.

#### **4.2.2 En relación con la formulación de preguntas.**

Para esta categoría se realizó un recuento de las preguntas realizadas por los estudiantes durante la elaboración del proyecto, las cuales se clasificaron según su naturaleza; y es por ello por lo que se agrupan en preguntas sobre el fenómeno de estudio (minería de caolín y su impacto sobre el suelo) y preguntas sobre el proyecto. Para lo anterior se utiliza la clasificación propuesta por de López, Veit y Solano (2014), la cual se presenta en la tabla 8, y en la que se consideran clasificaciones en los niveles Bajo-Medio o Medio-Alto, atendiendo a aquellas preguntas que tienen características en ambos niveles.

**Tabla 8.**

*Escala cualitativa de valoración para la capacidad de formular preguntas. López, S., Veit, E. y Solano, I. (2014).*

NIVELES EN LA CAPACIDAD DE FORMULAR PREGUNTAS	CARACTERÍSTICAS DE LAS PREGUNTAS
Bajo	Se hace referencia a preguntas muy limitadas, preguntas que indagan por respuestas numéricas, respuestas del tipo sí o no, o preguntas que buscan como respuesta una ecuación o una palabra completamente inducida por la pregunta
Medio	Aquellas preguntas cuyas respuestas requieren el uso de algún o algunos conceptos en la descripción de situaciones o fenómenos, sin que se establezca necesariamente una relación entre éstos. Asimismo, pueden considerarse en este nivel, preguntas que pueden generar cierto interés pero que poco aportan a la comprensión del fenómeno en cuestión.
Alto	Aquellas preguntas que incitan al estudiante a la conceptualización, preguntas que requieren una comprensión de los conceptos involucrados en el análisis de un fenómeno y que posibilitan el establecimiento de relaciones claras y coherentes entre los conceptos que explican dicho fenómeno.

Las actividades del proyecto descritas en la tabla 9 permiten conocer la habilidad de los estudiantes para formular preguntas y valorarlas de acuerdo a lo expuesto en la tabla 8.

Consideramos además que un estudiante que avanza en la formulación de preguntas es una muestra del avance en la consolidación de sus ideas y una oportunidad para mostrar su predisposición para aprender.

**Tabla 9.**

*Actividades en las que se formularon preguntas por los participantes*

Preguntas	Actividad	PREGUNTAS FORMULADAS (Caso)		Valoración
Asociadas al proyecto C1	Salida pedagógica	<u>Visita a la empresa Sumicol</u> <i>¿Por qué había insectos en el agua? ¿Por qué se hacen los lagos? ¿Por qué es espesa el agua del caolín?</i> <i>¿Por qué le echan químicos al agua?</i> <i>¿Por qué el agua es espesa?</i> <i>¿Cómo hacen poner el agua azul?</i>	C1	Bajo
		<i>¿La empresa tiene plan de manejo ambiental?</i> <i>¿Por qué no utilizan otro material para hacer los productos que hacen con este?</i>		Bajo
		<i>¿Por qué tenían el caolín separado, ósea el aguado y el espeso?</i> <i>¿Cómo hacen para calentar el caolín?</i> <i>¿Con qué blanquean el caolín?</i>	C1	Bajo- Medio
		<i>¿Cómo saben que ya hay un terreno explotado?</i> <i>¿Cómo es el manejo de recuperación de los suelos?</i> <i>¿Cómo lo hacen y cuánto tarda?</i> <i>¿Tienen pruebas de suelos que retomaron su fertilidad?</i>	C1	Medio
		<i>¿Por qué tienen tan poquito personal?</i> <i>¿Por qué no hay suministros de protección para los visitantes?</i> <i>¿Cuánto les aportan a las escuelas o cuál es su aporte a la educación?</i>	C2	Medio

		<p><i>¿Cuántas personas despiden anualmente?</i></p> <p><i>¿Han ocurrido grandes tragedias o emergencias en su empresa?</i></p> <p><i>En la planta Sumicol sólo se hace parte del proceso ¿cuál es el siguiente proceso?</i></p>	C2 y C3	Bajo
	<b>Construcción del jardín vertical</b>	<p><i>¿Cómo una planta puede crecer en el caolín (barro)?</i></p>	C1	Medio
		<p><i>¿Si podrán nacer los frijoles y que tal vez se puedan morir?</i></p> <p><i>¿Si van a crecer los frijoles?</i></p>	C2 y C3	Bajo
<b>Asociadas a la minería de caolín</b>	<b>Bitácora</b>	<i>¿Cuándo vamos a tener clases sobre minería?</i>	C2 y C3	Bajo
	<b>Anotaciones Diario de campo</b>	<p><u>Actividad de socialización “Porra”</u></p> <p><i>¿Qué beneficios tiene el caolín?</i></p>	C2 y C3	Medio
<b>Asociadas a las afectaciones en el suelo</b>	<b>Anotaciones Diario de campo</b>	<p><u>Clase sobre la erosión del suelo</u></p> <p><i>¿Cuánto dura la recuperación de la capa vegetal?</i></p> <p><i>¿Cómo es la manera de recuperación</i></p>	C2	Medio-Alto
		<i>¿Cómo se dan cuenta si ese suelo es fértil?</i>		Bajo

Después de realizar la valoración a las preguntas, encontramos que la mayoría de ellas se encuentran en nivel Bajo, es decir, que predominan dicotómicas, aquellas que se responden con un sí o con no, lo que nos indica que son preguntas que no ofrecen mayor

conceptualización en el momento de hablar de minería de caolín o las problemáticas que esta ocasiona.

Sin embargo, consideramos que la formulación de preguntas por parte de los estudiantes, potencia la mejora del discurso y favorece el aprendizaje significativo de un concepto determinado, puesto a que a partir del cuestionamiento adquieren un rol activo dentro de la construcción de su conocimiento científico y a su vez adquieren posturas críticas frente a diversos asuntos que se le presenten en el aula. Aunque las preguntas se encuentran en un nivel básico, el balance es satisfactorio si se tiene en cuenta que el número de preguntas fue incrementando a lo largo del proyecto.

Se evidenció que la actividad de la salida pedagógica fue muy significativa, en el sentido que fue en la que se formularon más preguntas y en su mayoría incitan a los estudiantes a realizar observaciones o dar opiniones acerca de la minería de caolín y los efectos en el suelo. Esto se relaciona de manera cercana con la importancia de la conexión con el mundo real en el marco de un proyecto, de ofrecer alternativas para que los estudiantes vivan de cerca los fenómenos que se estudian.

Lo anterior se relaciona con lo que menciona Pérez y Rodríguez (2006) referente a la importancia de las salidas de campo para acercar al individuo a la realidad, como una oportunidad de enseñanza y aprendizaje tanto para el maestro como para el estudiante, potenciando la observación, el cuestionamiento, la recolección de información e interpretación de la misma, lo cual les posibilita entender sobre su contexto y reconstruir su entorno social, desarrollando actitudes y comportamientos responsables frente a él.



Foto 11. Salida pedagógica

## CONCLUSIONES

En relación con las concepciones alternativas se logró evidenciar que inicialmente los estudiantes incorporaban conocimientos más de corte empírico, tales como “*el suelo es la superficie que pisamos*” “*el caolín es un barro*”. Lo cual se fue transformando con el progreso del proyecto, donde ya involucraban datos para dar justificaciones y conclusiones más sólidas como se expresa a continuación “*Extraer el caolín consiste en excavar o remover las capas como lo son la capa vegetal, la grava, el limo, arcillas, el gley y por último el Tan preciado recurso, el caolín*”. Además de tomar posturas relacionadas a los efectos de la minería de caolín sobre la calidad del suelo “*Esta minería también destruye la vegetación porque para poderse llevar a cabo se tiene que remover la capa vegetal...*”

También se pudo evidenciar que los estudiantes, pese a vivir en un contexto de explotación minera de caolín conocían muy poco sobre dicha actividad, y de las afectaciones que esta ocasiona al suelo y a la sociedad, en asuntos de salud, equidad, justicia y convivencia, aspectos que a raíz del proyecto fueron incorporados.

Se pudo identificar que efectivamente los estudiantes tuvieron cambios en sus discursos, los cuales se dieron a partir de un proceso meta cognitivo, dado que en el inicio se quedaban en opiniones sin sustento científico. Por lo anterior, consideramos que integrar las Cuestiones Sociocientíficas en el proyecto, contribuyó a la formación científica crítica de los estudiantes puesto les permitió reflexionar sobre las problemáticas reales del contexto, además de que les permitió asumir posturas y defenderlas mediante la argumentación basada en conocimientos sobre ciencia, construidos a lo largo de la

propuesta. Otro aspecto importante, se relacionó con el trabajo colaborativo, el cual favoreció el proceso discursivo, pues en las discusiones entre pares los estudiantes enriquecieron sus ideas y reafirmaron o modificaron sus posturas iniciales. Además, se logró evidenciar que en las producciones escritas los participantes incorporaron más conceptos propios del lenguaje científico escolar.

El proyecto fue fundamental para favorecer esos cambios discursivos de los estudiantes, principalmente desde los ejercicios de investigación continua y conexión con el mundo real, se pudo apreciar que, por ejemplo, la salida pedagógica permitió en los estudiantes establecer conexiones entre los contenidos abordados en el aula con la realidad, además, se favoreció en los estudiantes una capacidad reflexiva sobre los asuntos abordados. También consideramos que la estrategia Aprendizaje basado en proyectos (ABPy), no solo permitió la construcción de conocimientos de los estudiantes al interior del aula, sino que, además, estos fueron llevados a sus contextos y realidades, pues como expresa Moreira (2005) aprender de forma crítica es percibir ese nuevo lenguaje como una nueva forma de percibir el mundo.

## RECOMENDACIONES

Se propone utilizar Cuestiones Sociocientíficas en el aula dado que pudimos constatar que estas contribuyen a la formación científico crítica de los estudiantes puesto que permiten reflexionar sobre las problemáticas reales del contexto, asumir posturas y defenderlas mediante la argumentación basada en conocimientos sobre ciencia.

También se recomienda el uso de la estrategia Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) desde la perspectiva del Buck Institute For Education (BIE) dado que, permite diseñar y ejecutar la propuesta investigativa con rigurosidad, fomenta el aprendizaje significativo a través del desarrollo de actividades relevantes para los estudiantes, además, permite la construcción de conocimientos específicos, y promueve el desarrollo de habilidades.

Igualmente se recomienda incorporar a proyectos venideros el tema de la minería a cielo abierto, dado que en la revisión de literatura evidenciamos una escasa producción en relación con este tema asociados a proyectos escolares.

### **Experiencias en la práctica pedagógica**

La práctica pedagógica se constituyó en una de las mejores experiencias que tuvimos a lo largo de nuestra carrera. Cada una de las experiencias vividas permitieron establecer bases sólidas para formar nuestro perfil docente.

Además, la elaboración de este proyecto contribuyó en nosotras al desarrollo de habilidades como el trabajo en equipo y una percepción del ámbito educativo de una forma diferente, en otras palabras, fuimos unas antes del proyecto y otras después, puesto que empezamos a cuestionarnos sobre asuntos que antes nos eran indiferentes, como las estrategias de evaluación llevadas a cabo en las instituciones, las estrategias abordadas para

la construcción de conocimientos, la inclusión y exclusión que se da al interior del aula, y que muchas veces se da por parte del maestro sin siquiera el saberlo.

Sin duda, uno de los mayores aprendizajes que obtuvimos de esta hermosa experiencia fue la reflexión constante, ya que esta permite reivindicar nuestras acciones en pro de ser mejores cada día.

Igualmente, a este proyecto se le suma una experiencia más, la cual fue la participación en el VI seminario de pensamiento crítico llevado a cabo en Xalapa México, experiencia que no solo contribuyó a un aprendizaje académico profesional, sino también personal. Allí, también comprobamos la importancia de la divulgación del conocimiento y la importancia de ser futuras maestras investigadoras que contribuyan al mejoramiento de nuestros contextos.

## Referencias

- Adúriz, A., Gómez, A., Rodríguez, D., López, D., Jiménez, M., Izquierdo, M., & Sanmartí, N. (2011). *Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI*.
- Aleixandre, M. P. J. (2010). *10 Ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas* (Vol. 12). Graó.
- Arango, J. S. (2013). *Hacia una formación científica en y para la civilidad: la argumentación en el contexto de discusiones sobre la explotación minera del oro como asunto sociocientífico*, Tesis de maestría. Facultad de Educación, Universidad de Antioquia
- Arango, J. S. (2015). Estudio de cuestiones sociocientíficas en el aula de clase y su integración al Proyecto Ambiental Educativo: caminos para la construcción de civilidad. P.p 1-56.
- Arshad, M. A., & Coen, G. M. (1992). Characterization of soil quality: physical and chemical criteria. *American Journal of Alternative Agriculture*, 7(1-2), 25-31.
- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Ed. Paidós. Barcelona.
- Barrera Cataño, J., Campos, C., & Montoya, S. (2007). Experiencia piloto de restauración ecológica de canteras mediante el uso de biosólidos como enmienda orgánica en Bogotá. *Universitas Scientiarum*, 12, 5-9.
- Beltrán, M. (2010). Una cuestión sociocientífica motivante para trabajar pensamiento crítico. *Zona Próxima*, 12, 14.
- Bravo, M. C. (2016). *Manual. Competencia clave. Comunicación en lengua Castellana. Nivel II (FCOV22). Formación complementaria*. EDITORIAL CEP.
- Campaner, G., & De Longhi, A. L. (2007). La argumentación en educación ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 442-456.
- Candela, A. (1999). Ciencia en el aula: los alumnos entre la argumentación y el consenso.
- Cazden, C. (1991). *El discurso en el aula. El lenguaje de la enseñanza y el aprendizaje*. Barcelona: Paidós-MEC.
- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, 14(1), 61-71.
- Chamat, V. Plinio E., López, S, y Aguilar T. (2016). *Política Minera de Colombia*. Ministerio de Minas y Energías.
- Ching, Y. H., & Hsu, Y. C. (2013). Peer feedback to facilitate project-based learning in an online environment. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 14(5), 258-276.
- Chion, A. F. R., Meinardi, E., & Adúriz- Bravo, . (2014). La argumentación científica escolar: contribución a la comprensión de un modelo complejo de salud y enfermedad. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(4), 987-1001.
- Creswell, J. W. (2007). *Investigación cualitativa y diseño de investigación: elegir entre cinco enfoques*, 2.

- De Pro Bueno, A., & Moreno, J. R. (2010). Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los circuitos eléctricos en Educación Primaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 28(3), 385-404.
- De Sánchez, A. G. P., & Pizzinato, L. A. R. (2006). La salida de campo: una manera de enseñar y aprender geografía. *Geoenseñanza*, 11 (2), 229-234.
- Duschl, R. A. (2007). Quality argumentation and epistemic criteria. *In Argumentation in science education* (pp. 159-175). Springer, Dordrecht.
- Escobar, M. B. (2015). Influencia de la interacción alumno-docente en el proceso enseñanza-aprendizaje. *Revista Paakat*. 8(5), pp. 1–14.
- Fernández Arroyo, J. (2012). Los procesos de construcción del conocimiento significativo del agua en bachillerato. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 30 (3), 177-194.
- Garzón Tovar, L. N. (2013). Análisis preliminar de los impactos ambientales y sociales generados por la minería de arcillas a cielo abierto en la vereda el mochuelo bajo, ciudad Bolívar, Bogotá D.C., estudio de caso. Trabajo de grado, Facultad de estudios ambientales y rurales. Pontificia Universidad Javeriana.
- Giraldo, C., & Martínez, D. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) como línea de práctica pedagógica en un programa de formación de maestros en Ciencias Naturales. RECIE. *Revista Electrónica Científica de Investigación Educativa*, 4(1), 393-404.
- Granja, C. (2013). Caracterización de la comunicación pedagógica en la interacción docente-alumno. *Investigación En Enfermería: Imagen y Desarrollo*, 15(2), 65–93.
- Guerrero Useda, M. E., & Pineda Acevedo, V. (2016). Contaminación del suelo en la zona minera de Rasgatá Bajo (Tausa). Modelo conceptual. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*.
- Henao Sierra, B. L., & Stipcich, M. S. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanzas de las Ciencias*. 7 (1).
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014). Metodología de la investigación. Hoyos, C. (2000). *Un modelo para investigación documental: Guía teórico-práctica sobre construcción de estados del arte con importantes reflexiones sobre la investigación*.
- Señal Editorial.
- Jiménez Aleixandre, M. P., & Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 359-370
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Editorial Graó.
- Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. *Science Education*, 94(5), 810-824.
- Larmer, J; Mergendoller, J y Boss, S (2015). *Setting the Standard for Project Based Learning: A Proven Approach to Rigorous Classroom Instruction*. ASCD book copublished with Buck Institute for Education. 240 pag.
- Leitão, S. (2012). O trabalho com argumentação em ambientes de ensino-aprendizagem: um desafio persistente. *Uni-pluri/versidad*, 12(3), 23-37.

- López, S., Veit, E. y Solano, I. (2014). La formulación de preguntas en el aula de clase: un a evidencia de aprendizaje significativo crítico. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(1), pp.117-132.
- Maldonado, M. (2008). Aprendizaje basado en proyectos colaborativos. Una experiencia en educación superior. *Laurus*, 14(28), 158-180
- Martí, J., Heydrich, M., Rojas, M., & Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 11-21.
- Martínez, M. I. C. (2008). *La construcción del conocimiento relevante y significativo sobre la contaminación del agua. Una investigación cualitativa en 4º de ESO* (Doctoral dissertation, Universidad de Sevilla).
- Maturana, H. R. (2001). *Cognição, ciência e vida cotidiana*. Belo Horizonte: Ed. UFMG.
- Milesi, Andrea (2012). De recursos naturales a bienes comunes: La minería a cielo abierto. *Avá. Revista de Antropología*, (20),33-56.
- Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico (Critical meaningful learning). *Indivisa. Boletín de estudios e investigación*, (6), 83-102.
- Moreira, M. A. (2010). Aprendizaje significativo crítico. Versión revisada y extendida de la conferencia Publicada en las Actas del III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, pp. 33-45. Traducción de Ileana Greca y María Luz pp. 1-25.
- Morón, H., y Morón, M. (2017). ¿Educación Patrimonial o Educación Ambiental?: Perspectivas que convergen para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 14(1), 244–257.
- Ortega, J. G. M., Sánchez, M. M., Sánchez, M. T. M., & Cortiña, C. R. (2015). Cristales, minerales y minería: una secuencia de actividades. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (81), 50-58.
- Pedrinaci Rodríguez, E. (1993). La construcción histórica del concepto de tiempo geológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 315-323.
- Pedrinaci, E. (1996). Sobre la persistencia o no de las ideas del alumnado en geología. *Alambique*, 7, 27-36.
- Pinochet, J. (2015). El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: Una revisión argumentada. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21(2), 307-327.
- Raigada, J. L. P. (2002). Epistemología, metodología y técnicas del análisis de contenido. *Sociolinguistic Studies*, 3(1), 1-42.
- Rebollo, M.; Prieto, T. y Brero, V. (2005). Aproximación a la Historia y epistemología del Concepto De Suelo: Implicaciones Didácticas. *Enseñanza de Las Ciencias*. Pp 1–5.
- Rincón, M. (2013). Concepciones de los estudiantes de educación básica sobre ecosistemas. *Bio-Grafía*, 4, 17.
- Rojas, I. E. (2017). Educación mecanizada. *7º Simposio Internacional de Investigación Multidisciplinaria / Área Social Humanística*, 4, 6291.
- Rodríguez, Palmero. (2008). *La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva*. Editorial Octaedro.
- Sanmartí Puig, N. (2003). Aprende ciéncies tot aprenent a escriture ciéncie. *Barcelona: Edicions*, 62.
- Sardá, J., & Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405-422.

- Singer, M.J. y Ewing, S. 2000. *Soil Quality*. En *Handbook of Soil Science*. Chapter 11
- Stake, R.E. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Cuarta edición. Madrid, Morata. p.p 157.
- Solbes Matarredona, J. (2012). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 10(1), pp-1.
- Sutton, C. (1997). Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Alambique*, 12, pp. 8-32.
- Thomas J.W. (2000) This Research Review and the Executive. Ver web [http://www.bie.org/research/study/review\\_of\\_project\\_based\\_learning\\_2000](http://www.bie.org/research/study/review_of_project_based_learning_2000)
- Tobón, O. d. (2004). *La Unión: Una Historia para Contar*.
- Toulmin, S. E. (2007). *Los usos de la argumentación*. Ediciones península.
- Useda, M. E. G., & Acevedo, V. P. (2016). Contaminación del suelo en la zona minera de Rasgata Bajo (Tausa). Modelo conceptual. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 26(1), 57-74.
- Venegas, P. N. O., & Cruz, L. E. H. (2007). El Caolín y sus aplicaciones industriales.
- Vázquez, Ángel y Manassero, M. A. (2018). Más allá de la comprensión científica: Educación científica para desarrollar el pensamiento. *Revista Electrónica Enseñanza de Las Ciencias*, 17 (2), pp 28.
- Villa, V. y Franco, G. F (2012). Extracción de recursos minerales del oriente Antioqueño: Sostenibilidad y repercusión en el medio ambiente. *Boletín de ciencias de la tierra – N (31)*. pp 97-106
- Wiersma y Jurs (2008). *Ética de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Yus, R. y Rebollo, M. 1993. Aproximación a los problemas de aprendizaje de la estructura y formación del suelo en el alumnado de 12 a 17 años. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 11, 3, pp. 265-280.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science education*, 89(3), 357-