

**La Modelación Matemática como una propuesta de
empoderamiento para el análisis y toma de decisiones en
estudiantes de grado décimo, de la Escuela Mediática, frente a la
extracción petrolera.**

Juan Jacobo Amado Romero

Mary Alejandra Chaparro Reyes

**Monografía para optar por el título de Licenciados en Educación Básica con Énfasis en
Matemáticas**

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Facultad de Ciencias y Educación

Proyecto Curricular Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Matemáticas

Bogotá D.C. 2016

**La Modelación matemática como una propuesta de
empoderamiento para el análisis y toma de decisiones en
estudiantes de grado décimo, de la Escuela Mediática, frente a la
extracción petrolera.**

Juan Jacobo Amado Romero

Mary Alejandra Chaparro Reyes

**Monografía para optar por el título de Licenciados en Educación Básica con Énfasis en
Matemáticas**

Director

Gabriel Mancera

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Facultad de Ciencias y Educación

Proyecto Curricular Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Matemáticas

Bogotá D.C. 2016

“Libres son quienes crean, no quienes copian, y libres son quienes piensan, no quienes obedecen. Enseñar, es enseñar a dudar”

Eduardo Galeano

Dedicatoria

A mi familia que siempre estuvo en todos los momentos que más lo necesite.

A mi compañero de vida, con el que culmine un logro más y empezaré un nuevo camino, quien ha estado durante mi proceso, quien me ha ayudado a construir la mujer que soy, quien ha compartido momentos de luchas, tristezas, victorias y derrotas, quien construye a mi lado un gran sueño.

A los docentes, formadores y constructores de conocimiento, formadores de libertad, a los docentes que le apuestan a realizar un cambio en el sistema educativo.

A mi hija peluda que junto con una taza de café me acompañaba en largas noches de trabajos.

A quienes día a día, le apuestan a la unidad, le apuestan a la construcción de seres críticos y quienes luchan por una transformación social.

A mi grupo de amigos quienes al calor de un tinto siempre reímos, construimos lazos, nos lamentamos, luchamos y luego nos levantábamos con nueva energía.

Alejandra Chaparro Reyes.

A mi compañera de vida, que no habría llegado ni a la mitad de este camino que hoy culminamos sin todo lo que ella ha sido para el mismo.

A los profesores y profesoras a quienes digo que soy más profesor hoy de como ustedes fueron para mí, de cualquier otro énfasis pedagógico.

A mis compañeros y compañeras con los cuales construí lazos de unidad, tanto en lo académico, como en el afecto.

A mi familia.

Jacobo Amado Romero

Agradecimientos

Agradecemos a los docentes de la licenciatura quienes se han encargado de construir el conocimiento necesario y el pensamiento crítico que hemos formado.

A la Escuela Mediática, su rectora quien creyó en nuestro trabajo y a los estudiantes de grado décimo (2015) quienes aportaron, participaron y se involucraron en este trabajo, un grupo increíble de jóvenes con ideas y ganas de trabajar.

A nuestro director de trabajo de grado, quien creyó en nuestra idea de trabajo, nos apoyó, nos corrigió, confió en nosotros, tuvo paciencia y aportó a nuestra experiencia.

Al profesor Edwin Carranza quien en sus clases y en las discusiones enriqueció nuestro pensamiento, compartimos muchas de las ideas y nos enamoró cada día más de esta profesión

Tabla de Contenido

Introducción.....	13
Delimitación del problema.....	15
Justificación.....	15
Planteamiento del problema.....	16
Pregunta de investigación.....	19
Objetivos.....	19
Objetivo General.....	19
Objetivos Específicos.....	19
Antecedentes.....	20
Marco teórico.....	29
Educación Matemática Crítica.....	30
La comunicación.....	32
La Modelación Matemática.....	33
La Modelación Matemática desde la perspectiva socio-crítica.....	35
Marco metodológico.....	37
La investigación Acción.....	37
Creación del escenario y análisis.....	41
Escenario.....	41

Categorías de análisis.....	52
Análisis de los resultados de acuerdo a las categorías.....	56
Análisis para la primera categoría.....	56
Análisis para la segunda categoría.....	73
Análisis para la tercera categoría.....	79
Análisis para la cuarta categoría.....	83
Conclusiones.....	87
Bibliografía.....	90
Anexos.....	96
Anexo 1. Guía del estudiante fase de sensibilización.....	96
Anexo 2. Guía del estudiante fase de desarrollo. Actividad 1.....	97
Anexo 3. Guía del estudiante fase de desarrollo. Actividad 2.....	99
Anexo 4. Relatorías y resultados.....	100

Lista de tablas

Tabla 1. Organización de la sesión de sensibilización.....	44
Tabla 2. Organización de la fase de desarrollo. Primera actividad.....	48
Tabla 3. Organización de la fase de desarrollo. Segunda actividad.....	51
Tabla 4. Resultados de fase de sensibilización, segunda pregunta.....	106
Tabla 5. Resultados fase de sensibilización, tercera pregunta.....	107

Lista de imágenes

Ilustración 1 Luchas sociales por recursos explotados. (CINEP/PPP, 2012).....	25
Ilustración 2 Ciclos que presenta la Investigación Acción.....	39
Ilustración 3 Valor de cada barril de crudo. Tomado de (Ministerio de Minas y Energías, 2010-2011, pág. 35).....	47
Ilustración 4 Aportes al Producto Interno Bruto (PIB) tomado de (Ministerio de Minas y Energías, 2010-2011, pág. 35).....	48
Ilustración 5 Escrito realizado por un grupo de estudiantes. Tomado de las evidencias de las relatorías.....	59
Ilustración 6 Escrito realizado por el grupo de trabajo. Tomado de las evidencias de las relatorías.....	60
Ilustración 7 Portada del libro. Tomado de las evidencias de las relatorías.....	61
Ilustración 8 maqueta realizada por el grupo de trabajo. Tomado de las evidencias de las relatorías.....	62
Ilustración 9 Cartelera que muestra los efectos del petróleo realizado por un grupo de estudiantes. Tomado de las evidencias de las relatorías.....	63
Ilustración 10 Una réplica realizada en material reciclado de una máquina para la extracción del petróleo, realizado por una estudiante. Tomado de las evidencias de las relatorías.....	64
Ilustración 11 Primeras páginas del primer apartado del libro realizado por un grupo de estudiantes. Tomado de las evidencias de las relatorías.....	69
Ilustración 12 primeras páginas del segundo apartado. Tomado de las evidencias de las relatorías.....	69
Ilustración 13 Preguntas realizadas a los lectores. Tomado de las evidencias de las relatorías.	70

Ilustración 14 Procedimientos realizados por algunos estudiantes para encontrar el valor deseado. Tomado de las evidencias de las relatorías.....	74
Ilustración 15 Conclusiones de algunos grupos de trabajo de acuerdo a los valores encontrados. Tomado de las evidencias de las relatorías.....	75
Ilustración 16 Conclusiones grupales e individuales de los estudiantes para las preguntas y debates planteados. Tomado de las evidencias de las relatorías.....	80
Ilustración 17 Conclusiones de los estudiantes. Evidencia de las relatorías. Anexo 4.....	105
Ilustración 18 Conclusiones de los estudiantes. Evidencia de las relatorías. Anexo 4.....	105
Ilustración 19 Respuesta de un grupo de estudiantes. Evidencia de las relatorías. Anexo 4...	106
Ilustración 20 Resultados de fase de sensibilización. Anexo 4.....	106
Ilustración 21 Resultados fase de sensibilización, tercera pregunta. Anexo 4.....	107
Ilustración 22 Respuesta de los estudiantes. Evidencia de las relatorías. Anexo 4.....	108
Ilustración 23 Respuesta de un grupo de estudiantes. Evidencia de las relatorías. Anexo 4...	108
Ilustración 24 Conclusiones de los estudiantes. Evidencia de las relatorías. Anexo 4.....	109
Ilustración 25 Procedimientos realizados por los estudiantes para encontrar el valor. Evidencia de las relatorías. Anexo 4.....	115
Ilustración 26 Integrantes del grupo que realizó la propuesta de libro. Evidencia de las relatorias. Anexo 4.....	119

Resumen

La siguiente propuesta de trabajo establece la importancia de la Educación Matemática y la Modelación Matemática como herramienta para el empoderamiento de los y las estudiantes de grado decimo de la Escuela Mediática, donde empiecen a analizar y tomar decisiones con respecto a la situación ambiental propuesta por los docentes.

Se propone trabajar a través de la investigación acción y la creación de un escenario, las cuales permiten involucrar diferentes fases y actividades de trabajo con los y las estudiantes, para ello los estudiantes deben comprender información dada de diferentes fuentes y luego proponer caminos solución para encontrar los valores numéricos necesarios que luego les permitan interpretar y dar sentido a los valores, esto se puede evidenciar en la entrega de los proyectos finales que presenta cada grupo de estudiantes se presenta la conclusión y el análisis final de todo lo trabajo en las sesiones.

Se concluye que los estudiantes no sólo encuentran un resultado final de acuerdo a una modelación matemática planteada, sino que empiezan a interpretar, a concluir y a tomar una postura crítica sobre la situación ambiental [la explotación petrolera] del país, lo que nos permite afirmar que los y las estudiantes con la ayuda de la Educación Matemática y la Modelación Matemática empiecen a cuestionar las situaciones que atraviesa el país.

Introducción

Este trabajo de grado tiene como propósito presentar a la Educación Matemática y a la Modelación Matemática como herramientas poderosas para el empoderamiento¹ de los y las estudiantes de grado décimo de la Escuela Mediática sobre los contextos que presenta una sociedad, en este caso específico la problemática ambiental que atraviesan diversas comunidades colombianas a causa de la explotación petrolera realizada por transnacionales y multinacionales.

Para cumplir con el objetivo, se establecieron antecedentes sobre la problemática ambiental que ha afectado diferentes regiones del país. Además se propuso un marco teórico que permitió soportar las ideas sobre la Educación Matemática y la Modelación Matemática que posteriormente sustentan el análisis de las categorías planteadas para la conclusión del trabajo. Además se presenta como marco metodológico a la Investigación Acción, la cual permite enfocar el trabajo en diversos aspectos como:

- Un trabajo colaborativo entre los participantes [en este caso docentes y estudiantes, estudiantes y estudiantes]
- Permite una investigación con la participación de los estudiantes que están involucradas y que están interesados en iniciar a realizar cambios en su entorno
- Se pueden realizar análisis críticos y cualitativos.

Bajo el anterior marco, se muestra una propuesta de creación de escenarios para el trabajo que se realizó con los estudiantes de acuerdo a tres fases [fase de sensibilización, fase de desarrollo y fase de reflexión] que permitieron no sólo encontrar unos valores numéricos a través de

¹Entendiendo por empoderamiento el acto de comprender realidades concretas de una sociedad a través de la Educación Matemática y Modelación Matemática como herramienta para el análisis y la toma de decisiones.

ciertos procedimientos, sino darle sentido a dichos valores a través del debate y la comunicación de ideas que permitieron llegar a conclusiones con un sentido crítico.

Delimitación del problema

Justificación

Este trabajo está pensado desde la perspectiva crítica y autónoma que formamos dentro de nuestro transcurrir en el proyecto curricular la Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Matemáticas [LEBEM], en el cual comprendimos que la construcción del conocimiento se realiza de manera colectiva y no segregadora; involucrando la construcción de conocimiento matemático para sujetos que constituyen sociedad; con una visión de desarrollo de conocimiento matemático involucrando la cultura, la educación y la sociedad a nivel nacional.

La población de nuestro trabajo está pensada en estudiantes de la media en la ciudad de Bogotá; los cuales a través de la Educación Matemática y la Modelación Matemática empiecen a interpretar, analizar y concluir de manera crítica frente a la problemática ambiental que presentan algunas comunidades colombianas que hoy día se encuentran afectadas por la extracción de recursos naturales que realizan las transnacionales y multinacionales.

Lo que nos lleva a pensar en la necesidad de establecer la conexión entre las prácticas educativas matemáticas que están en el aula y su relación con el mundo social que interviene en las realidades concretas de los y las estudiantes, lo cual requiere compromiso por parte de los educadores en matemáticas y las investigaciones en Educación Matemática, apuntándole a una estrecha relación entre la Educación Matemática y las realidades sociales de los y las estudiantes; situación que va en concordancia con las ideas expuestas por Vithal y Valero (2012):

Es necesario problematizar más áreas y concebirlas como situaciones de conflicto social y político. Se requiere una mayor variedad de espacios y aspectos de investigación como: La formación de profesores de matemáticas, la investigación en políticas educativas e, incluso, las comunidades mismas de investigación en educación matemática, tanto en lo nacional como en lo internacional. (Vithal & Valero, 2012, pág. 229)

Entonces la intención de nuestro trabajo se basa en que la modelación matemática está inmersa en las situaciones de la humanidad, incluyendo las situaciones de conflicto social; por tanto queremos apostar e ir más allá, profundizando en situaciones problema que no sólo involucre la modelación matemática, sino que considere a la modelación matemática como una herramienta poderosa en los y las estudiantes de grado décimo para la determinación, argumentación, contribución, información y toma de decisiones frente a los conflictos sociales presentes en las comunidades colombianas afectadas.

Planteamiento del problema

Durante el tiempo que hemos transcurrido, como estudiantes, en la Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Matemáticas [LEBEM], hemos logrado reconocer e interpretar que la gran parte del trabajo y proceso de enseñanza-aprendizaje se realiza de manera conjunta, con un respeto comprensivo por las diferencias de las y los compañeros, y sobre todo reconociendo al otro como sujeto social, ya que el conocimiento se construye con el otro -una de las grandes premisas que manejan la gran parte de profesores en la LEBEM-, a través de las socializaciones y debates sobre las estrategias de solución que propone cada grupo de trabajo a la situación problema, establecida por el profesor, que cada equipo de trabajo construyó y que es socializada a los demás grupos. Entonces se evidencia el primer fruto que la LEBEM produjo en nosotros y es ser docentes críticos de las realidades y críticos en nuestro

accionar, es decir, docentes que realmente construyan conocimiento en el aula, pero que el conocimiento no se quede en información sino que transcienda en la vida y en la sociedad, en el cual está inmersa en la persona que está aprendiendo.

Lo anterior, nos lleva a resaltar la Misión del proyecto de la LEBEM que permite contribuir con: “*La formación de un profesional de la educación matemática, el cual este comprometido con la construcción de conocimiento en diversos aspectos los cuales conlleva a la asumir una función docente en el acción social y cultural en el marco de la participación de seres sociales. Contribuyen a la formación autónoma y no segregadora. Con una visión de docente en Bogotá, región y país con el desarrollo educativo, cultural y social*”, conllevándonos a trabajar con la sociedad colombiana y las problemáticas que las atañen, donde haremos énfasis más adelante.

Teniendo en cuenta la perspectiva crítica que hemos construido durante la formación en LEBEM, hemos evidenciado que la vida académica escolar está diseñada para aprender a relacionarse con la humanidad y su entorno; donde consideramos dos procesos generales importantes para la construcción de conocimiento colectivo. Estos procesos son: la comunicación y la modelación de fenómenos que se presentan en la realidad. Realidad entendida como situaciones que se le presentan a un humano durante su diario transcurrir [vale aclarar que no se limitan a la realidad escolar]. Por tal motivo, en este trabajo queremos abordar situaciones fuera del contexto escolar, es decir, una problemática ambiental colombiana actual.

Para ello la primera pregunta que nos planteamos es la siguiente: ¿Qué relación hay entre la Educación Matemática y las situaciones que se presentan en la población colombiana?

Una primera aproximación a la respuesta de la pregunta planteada podría llevarnos a señalar que existe toda una relación, ya que a través de la Educación Matemática se puede comprender desde otra perspectiva todas aquellas variables que están siendo involucradas en dicha situación. Existen, por ejemplo, diversas situaciones como: la necesidad que debe tener la gente para interpretar y analizar las encuestas que aparecen en los medios de comunicación, ya que, le permitiría concluir con argumentos y comenzar a generar una postura. La necesidad de entender las unidades de pesos cuando se compra algún alimento en el supermercado. Comprender el aumento de porcentaje del salario mínimo legal vigente, entre otras. Pero consideramos que existen otras situaciones en la sociedad o en alguna población en específico; por ejemplo, las situaciones generadas por los problemas ambientales. Circunstancia que proponemos para hacer mayor énfasis.

El trabajo realizado involucró las afectaciones ambientales que se presentan en las comunidades colombianas, lo que nos llevó a pensar en las situaciones que afectan a una población colombiana, esta situación fue la problemática ambiental con respecto a la extracción petrolera, ya que dicha extracción ha tenido diferentes afectaciones en la población colombiana.

Para concluir, el trabajo tuvo en cuenta las afectaciones ambientales de las comunidades colombianas buscando que a través de la Modelación Matemática y la Educación Matemática, proporcionarle a los y las estudiantes nuevas herramientas con las cuales puedan informarse sobre un aspecto de la realidad ambiental del país.

Pregunta de investigación

¿Cómo la Modelación Matemática genera herramientas de empoderamiento, análisis y toma de decisiones en los y las estudiantes de décimo de la Escuela Mediática, frente a la extracción petrolera, una situación ambiental que se presenta en las comunidades colombianas?

Objetivos

Objetivo General.

- Analizar a través de la Educación Matemática y la Modelación Matemática la situación ambiental [extracción petrolera] que se presenta en las comunidades colombianas, para que los y las estudiantes de grado décimo de la Escuela Mediática generen empoderamiento, argumentación y toma de decisiones a la situación dada.

Objetivos Específicos.

- Planear y desarrollar el escenario para que los y las estudiantes de grado décimo propongan la Modelación Matemática de la situación dada y les permita concluir y tomar decisiones.
- Considerar si la Modelación Matemática permite que los y las estudiantes comiencen a generar conciencia y formación democrática y crítica.
- Identificar si la Modelación Matemática permite la comprensión de la información presentada en diversas fuentes y con ellas encontrar unos valores que luego puedan ser interpretados con la realidad.

Antecedentes

Durante los últimos años, el país se ha visto inmerso en políticas económicas en las que se encuentran las políticas de extractivismo²; con sólo observar cómo han aumentado las inversiones de multinacionales en un país como Colombia el cual geográficamente está bien ubicado ya que cuenta con dos océanos (Atlántico y Pacífico) que le permiten comercializar, tiene grandes fuentes hídricas, la variedad de climas lo que permite la gran producción de fauna y flora; es uno de los siete países con mayor cantidad de paramos, casi la mitad (Baena Jaramillo, 2015). [Que por cierto se encuentran en riesgo por la explotación minera y que son los encargados de abastecer de agua a un 70% de la población]. Estas características que presenta Colombia no son tenidas en cuenta cuando se crean las políticas ambientales para el permiso de exploración de suelos provocado por las multinacionales, por lo cual se convierte en un atractivo invertir en la explotación minera y de crudo en Colombia.

Durante el periodo de 2006 al 2009 el país evidenció la mayor cantidad de títulos mineros a multinacionales para su libre explotación, es decir, aproximadamente un 63% lo que ha generado conflictos ambientales en el país.[CITATION Gon14 \l 9226]. Como se menciona a continuación:

Los colombianos no podemos olvidar que durante los 8 años de la administración de Álvaro Uribe, el ministerio del medio ambiente se convirtió prácticamente en una máquina expendedora de licencias ambientales, recientemente se público una investigación financiada por la Unión Europea en la que se enumeran los conflictos ambientales del planeta, el estudio

2 "Básicamente, "extractivismo" proviene de la extracción. Se elimina un recurso (minerales, petróleo, agricultura, ganadería, silvicultura, etc.) El entorno natural, luego lo vende en el mercado, por lo general internacional". [CITATION Tre13 \l 9226]

incluye un ranking de los países que más conflictos ambientales tienen; Colombia ocupó el primer lugar del continente y el segundo a nivel mundial. El Atlas Global de Justicia Ambiental, registra 1.000 conflictos significativos, de los cuales el país tiene 72. Sólo la India, con 102, lo supera; A Colombia le siguen Brasil y Nigeria con 58; Ecuador con 48, Turquía 45, España 35 y Estados Unidos 34. (Gonzalez, 2014, párrafo 2)

La problemática que ha producido la explotación de recursos, es significativa pues se pretende acabar con toda riqueza natural del país como respuesta al modelo económico actual y además el gobierno no tiene mayor preocupación por la preservación y cuidado del ambiente natural.

“Las decisiones políticas tomadas por el estado colombiano, que jamás se ha preocupado por las implicaciones ambientales, hoy tienen a uno de los países más diversos del mundo atravesando una crisis ambiental, económica y social” (Gonzalez, 2014, párrafo 6) lo que lleva a pensar que es más importante la explotación de los recursos que las consecuencias ambientales, sociales y culturales de los habitantes colombianos.

Un primer y claro ejemplo que sustenta lo dicho anteriormente, es la situación que se ha presentado en la zona del Catatumbo, Norte de Santander [una de las regiones con mayor biodiversidad, yacimientos de petróleo y carbón, zona atractiva para su explotación de recursos con fines lucrativos]. Este ejemplo es la explotación de carbón a cielo abierto;

“Esta es una de las actividades que genera el mayor impacto ambiental, social y cultural, de las actividades extractivista de recursos naturales, destruye completamente el medio ambiente y con él a las comunidades que habitan en él, lamentablemente para el Catatumbo hemos podido corroborar que existe una reserva de carbón superior a la del Cerrejón de la Guajira” (COPROCOL, 2007, pág. 2)

Así que cuando las empresas interesadas en trabajar en esta zona desean realizar trabajos de exploración infringen en violación de los derechos humanos como es señalado por (CCALCP, 2007)

1. Las empresas de Carbón, han desconocido los derechos del pueblo Motilón Bari.
2. El pueblo indígena no participó en la elaboración del Estudio de impacto Ambiental y del Plan de Manejo, toda la información que dan sobre las características de la Población Indígena, son mentiras, especulaciones, desconociendo nuestra organización, ubicación, usos y costumbres, nada de esta información se acerca a la realidad y escriben de nosotros sin conocernos.
3. No se han adelantado procesos de consulta previa ni con indígenas ni con campesinos, todo lo contrario han desinformado, y mencionando que ellos han autorizado esas actividades o recibido dinero. Entre otras.

Otro ejemplo, que no es ajeno a esta situaciones es el departamento del Meta, en el cual se evidencia exploración de petróleo, lo que convierte en atractivo a este departamento, ya que es uno de los recursos pilares en la economía e inversión colombiana (Centro de Investigación y Educación Popular / Programa por la Paz (CINEP/PPP) , 2012). Por tal razón, durante las últimas décadas los gobiernos han otorgado libremente licencias o títulos mineros, los cuales dan vía libre a las transnacionales en invertir y producir petróleo o minería en el país; con el fin de enriquecer la economía Colombia pero sin tener en cuenta los estragos ambientales, sociales y culturales en los territorios colombianos. Para evidenciar dichas consecuencias se menciona que:

- La deforestación que tendrían los tres parques nacionales declarados patrimonio público de la humanidad (Tinigua, Serranía de los Picachos y Sumapaz) que están presentes en la región,

- La contaminación de ríos y quebradas,
- La pérdida de agua y con ello la muerte de ganado fuente principal de economía y cultura de la región,
- La violación a los derechos humanos de los y las campesinas y las comunidades étnicas presentes en la región. (ACATAMU Y ASOJUNTAS, 2014, págs. 1-2)

Con respecto a los parques nacionales, en los cuales se desea o se está realizando exploraciones de petróleo, se ha evidenciado que las afectaciones son múltiples, entre ellas encontramos:

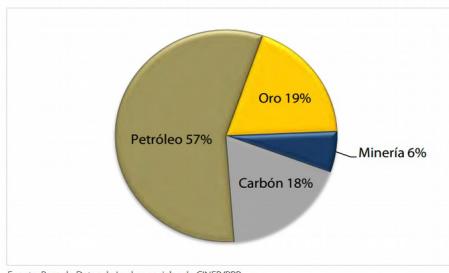
- Construcción de vías arrasando con la vegetación actual. “Remoción de cobertura vegetal y construcción de trochas de penetración a zonas de la amazonia y la Orinoquia, entre las que se pueden contar varios Parques Nacionales Naturales y zonas de Reserva Forestal.” (AVELLANEDA, S.F , pág. 22) La recuperación vegetal en la gran mayoría de los casos no se realiza, las regalías ambientales que las transnacionales dejan no cubren un cien por ciento los daños ambientales.
- Afectaciones a habitat de diversas especies que se encuentran en la zona.
- Desestabilización de las tierras:
Inducción de procesos de desestabilización de subcuenca y de procesos de erosión en áreas de fallas geológicas o de pendientes en los piedemontes y lomos de las cordilleras Oriental y Central. La construcción de oleoductos de gran diámetro (24 pulgadas), tipo Caño Limón-Coveñas, San Cayetano-Velásquez y Oleoducto de Colombia (en construcción), implica la remoción de grandes masas de materiales en zonas de gran inestabilidad y fallamiento, abundantes especialmente en la Cordillera Oriental. (AVELLANEDA, S.F , pág. 25)
- Contaminación de las aguas por inexistencia de la de tratamiento en el agua cuando se realiza a refinería del petróleo.

- Las cuencas más afectadas por contaminación corresponden, en orden de importancia, así: Cuenca del Río Magdalena, en toda su extensión, Cuenca del Río Catatumbo Cuenca del Río Arauca Cuenca del Río Putumayo Cuenca del Río Meta.

Con respecto a las problemáticas socioeconómicas que presentan las comunidades quienes viven cerca a los lugares que son apetecidos por las transnacionales se evidencia que:

- Desplazamiento de las comunidades a consecuencia de: terrenos destruidos, vegetación acabada, aguas contaminadas o morichales secos, desempleo, miedo, desesperación, desconfianza, inseguridad, miedo y ruptura del tejido social.
- Se han presentado conflictos territoriales, es decir los territorios que se apoderan las multinacionales son protegidos por fuerza militares que no permiten el ingreso de personas a ríos o territorios donde anteriormente realizaban los denominados paseos de olla, como lo denuncia “Humanidad vigente”
Actividades como el paseo de olla y la pesca se han convertido en un delito, de la misma forma que el ingreso a los ríos, lo cual ha generado un desplazamiento forzado interno. La apropiación de los recursos naturales viene de la mano con fuerzas coercitivas que se apoyan en grupos militares con el fin de proteger las multinacionales. (Humanidad vigente, 2014, párrafo 8)
- Se ha evidenciado que las luchas sociales de acuerdo a la explotación de recurso está dada por la siguiente gráfica que emplea CINEP (2012). En su informe especial:

Gráfica 4:
Distribución de las luchas sociales según recurso explotado
Colombia, 2001-2011



Fuente: Base de Datos de Luchas sociales de CINEP/PPP

Ilustración 1 Luchas sociales por recursos explotados. (CINEP/PPP, 2012)

La grafica anterior sustenta que las comunidades y los trabajadores se han organizado con el fin de defender sus derechos, donde exigen el derecho a un ambiente sano. Se realizan actividades de defensa al medio ambiente por la contaminación a las aguas, la deforestación, y la pérdida de fauna y flora de la región.

Otro ejemplo sobre las diversas afectaciones que produce la situación ambiental se presenta en la población del departamento del Huila, los cuales se han visto afectados por los proyectos mineros y energéticos de transnacionales como: EMGESÁ y EMERALD ENERGY quienes han provocado desplazamiento de comunidades, desempleo; en pocas palabras violación a los derechos humanos como lo mencionan “Humanidad vigente”, un sitio web que enmarca y denuncia las situaciones de la región del Huila.

Esto también ha llevado a la toma de decisiones de las comunidades a vender sus terrenos pero se han encontrado con la sorpresa que los terrenos cercanos a una petrolera no es de interés de ningún comprador, ““Ya ni vender las fincas se puede, porque nadie quiere comprar tierra rodeada por la explotación petrolera”, afirma David Rincón, que vive en la finca El

Manantial” (Herrera, 2013, párrafo 6) por tanto no tienen terreno para cultivar y sobrevivir, es decir, un terreno inútil.

Todas estas situaciones van en contravía de la constitución política de Colombia en el Artículo 7, donde menciona que “El Estado reconoce y protege la diversidad étnica y cultural de la Nación colombiana.” (Consejo Superior de la Judicatura, Rama Judicial. [CSJRJ] , 1991, pág. 14) y el Artículo 8 donde se expresa que “Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.” (CSJRJ, 1991, pág. 14).

Ahora bien, con respecto a trabajos o estudios que señalen la Modelación Matemática y la Educación Matemática con respecto a la problemática ambiental de la explotación de petróleo, se ha encontrado que los modelos matemáticos, están basados en el desarrollo de ecuaciones y derivadas las cuales permiten generar un modelo para encontrar yacimientos de petróleo y poder realizar las perforaciones necesarias, como se evidencia a continuación:

“El doctor Balankin mencionó que una vez que se tienen las ecuaciones matemáticas derivadas de la caracterización de algunas fracciones de las placas tectónicas, éstas son expuestas en diversos programas informáticos que simulan las condiciones en las que se podrían encontrar los yacimientos, así como la conveniencia de perforarlos u omitir su explotación dependiendo su rentabilidad” (INGENET BITÁCORA, 2011, párrafo 4.)

Es decir apoyados de modelos matemáticos se están buscando las nuevas formas de perforación de los pozos petroleros para la obtención de crudo a menor costo.

También se encontró una propuesta que involucra modelos matemáticos, los cuales permiten ser una herramienta con gran potencialidad frente a la atención y prevención de posibles derrames de hidrocarburos. [CITATION Hey09 \l 9226]. Los cuales se resalta el trabajo de

buscar la manera de realizar exploración de petróleo pero con un sistema de alerta que previene catástrofes ambientales que causen: muertes, desplazamientos, vulneración a derechos, entre otras situaciones.

Con respecto a la relación entre Educación Matemática y la problemática ambiental planteada no se encontraron grandes estudios, pues la mayoría destaca la necesidad de llevar las matemáticas escolares y colocarlas en un contexto de la vida cotidiana y ello se puede lograr a través del método de proyectos como lo propone Rojas (2006)

Buena parte de la matemática escolar puede ser trabajada mediante el método de proyectos, siempre que se enfoque la educación matemática dentro de una perspectiva educativa orientada en y hacia los sujetos que aprenden, así como en los problemas fundamentales como temáticas generadoras, así como lo proponen Heymann (1996) y Mora (2001). Mora (2004) insiste en que no existe una relación biyectiva entre cada contenido matemático y una aplicación directa en la vida cotidiana; por ello, propone dos tipos de situaciones, externas e internas a la matemática como punto de partida y cuatro competencias (matemáticas, interdisciplinarias, sociales y crítico políticas) como objetivos del proceso de enseñanza y aprendizaje. (Rojas, 2006, pág. 50)

La propuesta anterior busca un trabajo que se basa en la importancia de implementar proyectos pedagógicos en el aula, también en observar las dificultades que presentan los docentes cuando integran contenidos matemáticos con los proyectos pedagógicos.

En aras de concluir y definir la propuesta de trabajo teniendo en cuenta los pocos antecedentes que se han encontrado con respecto a la Modelación Matemática y la Educación Matemática como herramienta de empoderamiento y la relación con las problemáticas ambientales, se ha decidido que la propuesta de trabajo debe estar pensada mucho más allá de encontrar modelos

matemáticos para la explotación de petróleo, sino que los y las estudiantes interpreten las diversas fuentes de información, la problemática ambiental, encuentren valores numéricos a través de diferentes procedimientos, realicen toda estrategia que requieren pero entendiendo que la Educación Matemática y la Modelación Matemática son el medio más no la finalidad. A su vez puedan concluir, analizar y tomar decisiones de lo realizado en las sesiones de trabajo, entendiendo que la Modelación Matemática y la Educación Matemática son herramientas para la comprensión de los sucesos, problemas, avances, desigualdades, el sistema económico, entre otras situaciones que se presentan en la vida cotidiana, en otras palabras que los estudiantes se empoderen y empiecen a tomar postura crítica.

Marco teórico

Para iniciar nuestro abordaje teórico y con el fin de centrar la idea a desarrollar nos preguntamos ¿cuál es la relación de la Educación Matemática y la Modelación Matemática y los fenómenos que se presentan en las zonas de conflicto social? Una posible respuesta podría señalar que la relación se basa en el contexto que presenta una comunidad en específico, ya que los contextos son diferentes de acuerdo a la ubicación de la comunidad [hay contextos rurales, urbanos, por edades, por género, entre muchos otros] lo que conlleva a que existen conflictos dentro del contexto de la comunidad. Para el caso de nuestro trabajo, el conflicto social específico es la extracción de petróleo, la cual ha causado afectaciones ambientales, por tanto pretendemos, de acuerdo al análisis que realicen los y las estudiantes a través de la Modelación Matemática, es decir, proporcionar a las y los aprendices³ las herramientas necesarias con las cuales comprendan y se puedan enfrentar al mundo y sus realidades diversas; como lo menciona Niss, (1996) citado por Vithal & Valero, (2012)

“Entre todas las personas que trabajan en educación matemática, desde docentes hasta investigadores pasando por asesores y legisladores, parece haber acuerdo sobre la importancia de proporcionar a los estudiantes una experiencia matemática adecuada en la escolaridad, ya que aquella los preparará, se espera, para ser miembros activos de nuestras sociedades”. (pág. 217)

Teniendo en cuenta lo anterior, considerar la importancia de la Educación Matemática en el enfoque investigativo, puede tener un uso que permite interpretar las realidades del mundo, particularmente un uso que logre modelar la realidad frente a un problema que afecta a una

³ Entendido como la persona que está en el proceso de aprendizaje de las matemáticas.

población, desde una perspectiva de investigación socio-política entendida como: “*Educación matemática como campo de estudio de los procesos sociales, históricamente situados, a través de los cuales seres humanos concretos se involucran en la creación y recreación de diversos tipos de conocimiento y razonamiento asociado con las “matemáticas”*” (Valero, 2007, pág. 2)

Lo cual permite trabajar junto con las y los estudiantes, las diversas problemáticas que presenta una comunidad específica, donde se empiece a comprender sus realidades concretas y concluir diferentes ideas con ayuda de la Educación Matemática y la Modelación Matemática. .

Educación Matemática Crítica

La perspectiva de la Educación Matemática que tendremos en cuenta será la Educación Matemática Crítica, ya que el accionar de los objetos matemáticos por parte de quien o quienes lo estén trabajando es un accionar crítico, que a través de la modelación de fenómenos se construye un conocimiento argumentativo y reflexivo que permite la toma de decisiones por parte de los participantes. Se tendrá en cuenta a Skovmose (2012), donde señala:

“En primer lugar, la educación matemática crítica considera el desarrollo de la alfabetización matemática como una competencia similar a la de la alfabetización descrita por Freire. Esta alfabetización matemática no solo se refiere a unas destrezas matemáticas, sino también a la competencia para interpretar y actuar en una situación social y política que ha sido estructurada por las matemáticas. En segundo lugar, la educación matemática crítica se preocupa por el desarrollo de una educación matemática que sustente la democracia, lo cual quiere decir que la microsociedad del salón de clase de matemáticas debe encarnar aspectos democráticos”. (pág. 110)

Lo que permite concebir que las matemáticas no simplemente sean una materia que hace parte de un currículo y que se deba enseñar-aprender para alcanzar unas mínimas competencias, sino que permite realizar procesos de enseñanza-aprendizaje a problemáticas que se presenten a cierta población. Para ello se debe proponer el aula como microsociedad que resalta Skovmose, (2012) la microsociedad como el salón de clases, donde se presentan diferentes situaciones problemas, las cuales pueden enmarcar aspectos democráticos. Lo que involucra la formación de estudiantes críticos y conscientes de la participación activa en la sociedad.

Por tanto, a través de la alfabetización matemática, es decir leer el mundo a través de las matemáticas como lo menciona Eric Gutstein (2003) citado por Skovmose (2012) afirma que:

“comprender las relaciones de poder, las inequidades de recursos y las disparidades de oportunidades entre diferentes grupos sociales, así como entender la discriminación explícita basada en raza, clase social, género, lengua y otras diferencias. Además, significa disecar y deconstruir los medios y otras formas de representación y usar las matemáticas para examinar estos varios fenómenos en la vida inmediata de uno y en el mundo social más amplio e identificar las relaciones y hacer conexiones entre ellas”. (págs. 65-66)

Permite que los y las estudiantes por medio de la alfabetización matemática con respecto a un fenómeno en particular y a través de la Educación Matemática y la Modelación Matemática puedan obtener, organizar y analizar información para tomar decisiones y tener argumentos basados en el que hacer de la Educación Matemática Crítica, resistiendo a los abusos que se presentan a los ecosistemas que habitamos y a quiénes vivimos en él, empezando a generar

empoderamiento⁴ en las y los estudiantes, la toma de decisiones con conciencia y la organización colectiva para transformar sobre las realidades concretas del país.

Ahora bien, por otro lado como ya se mencionó al inicio y como aporte de la formación en LEBEM, en los espacios de encuentro con las y los estudiantes se deben tener en cuenta los dos procesos generales: la comunicación y la modelación, donde se resalta:

La comunicación. Entendido como la interacción de ideas, el respeto comprensivo entre los compañeros de trabajo, la comunicación permita la construcción de conocimiento colectivo, la construcción y defensa de argumentos, entre otros. Con la ayuda de la comunicación se puede realizar el proceso de alfabetización matemática.

La comunicación, según documentos oficiales emanados por el MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL [MEN] (1998), es esencial para expresar las diversas ideas que se tiene sobre un fenómeno o situación problema de la actualidad, por tanto se entiende como:

“Una necesidad común que tenemos todos los seres humanos en todas las actividades, disciplinas, profesiones y sitios de trabajo es la habilidad para comunicarnos...

- Expresar ideas hablando, escribiendo, demostrando y describiendo visualmente de diferentes formas.
- Comprender, interpretar y evaluar ideas que son presentadas oralmente, por escrito y en forma visual.
- Construir, interpretar y ligar varias representaciones de ideas y de relaciones.
- Hacer observaciones y conjjeturas, formular preguntas, y reunir y evaluar información.
- Producir y presentar argumentos persuasivos y convincentes.” (MEN , 1998, págs. 73-74)

⁴ Empoderamiento entendido como sinónimo de la alfabetización matemática definido anteriormente. “El concepto se puede relacionar con nociones como empoderamiento, autonomía y aprendizaje para la democracia (cf. Jablonka, 2003)” (Skovmose, 2012, pág. 65)

La comunicación permite conocer distintos pensamientos sobre un tema en común, expresar ideas, argumentar ideas que permitan influir en el otro, entre muchas otras características, lo cual permite iniciar un proceso de comunicación interpersonal a través de la habilidad comunicativa donde fluyen diferentes sentimientos como lo menciona Salvador Vidal (2010) “Cuando nos comunicamos con otra persona y escuchamos la respuesta, reaccionamos de acuerdo con nuestros pensamientos y sentimientos”. (pág. 6). Las habilidades comunicativas, es la habilidad que tiene la persona para llamar la atención y convencer al otro a través de argumentos; en el ejercicio de la docencia las competencias comunicativas se deben aprovechar positivamente para que los resultados se logren (Vidal, 2010). Entonces para lograr una comunicación exitosa en el campo de la Educación Matemática con la finalidad de enriquecer la competencia comunicativa y matemática se deben tener en cuenta los tres sistemas representativos “-el sistema visual, -el sistema aditivo y -el sistema del tacto o cinestésico” (Vidal, 2010, pág. 7). Ya que las personas tienen un sistema representativo preferido que le permite comprender de manera significativa un objeto matemático.

La Modelación Matemática. Cuando se conoce la problemática o mejor aún el fenómeno y se enmarcan estrategias, es clave que la modelación debe intervenir, ya que permite que exista relación entre el fenómeno y el cómo interpretar a través de la matematización, por tanto:

“Los datos, conceptos, relaciones, condiciones y suposiciones del problema enunciado matemáticamente deben trasladarse a las matemáticas, es decir, deben ser matematizados y así resulta un modelo matemático de la situación original. Dicho modelo consta esencialmente de ciertos objetos matemáticos, que corresponden a los “elementos básicos” de la situación original o del problema

formulado, y de ciertas relaciones entre esos objetos, que corresponden también a relaciones entre esos “elementos básicos”. (MEN, 1998, pág. 76)

Donde mayor énfasis se hará en la modelación es en los fenómenos sociales, es decir que se pueden leer matemáticamente el fenómeno ambiental y que a través de la Educación Matemática se puede concluir y tomar decisiones.

Dentro de las últimas reformas que se ha realizado a los currículos de la Educación Matemática se ha introducido la Modelación Matemática como un nuevo método de enseñanza, el cual permite el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Educación Matemática a través de la modelización, sin tener que enseñar el concepto de modelización como menciona Bassanezi & Biembegut (1997) “Lo que proponemos no es enseñar la modelización en las escuelas sino enseñar Matemáticas usando el método de modelación” (pág. 14). Para llevar a cabo la modelación se requiere de una situación fundamental o la solución de un problema que sea de interés para los investigadores, en el caso de este trabajo el problema se basa en los efectos ambientales que genera la extracción petrolera en los territorios colombianos, el cual es de interés para todas las comunidades que ven sus tierras afectadas en determinado nivel y quienes dependemos de esas tierras para el diario vivir.

Ahora bien, durante la historia de la Modelación Matemática se evidencian diferentes perspectivas que describen las tendencias en el campo de investigación que se deseé, como lo menciona Kaiser y Sriraman (2006) citado por [CITATION Blo09 \l 9226]. Por los propósitos del trabajo se toma la perspectiva Socio-crítica, es decir, a través de la Modelación Matemática los y las estudiantes puedan tomar posturas y reflexiones críticas frente a la situación ambiental que produce la explotación minera y petrolera en las regiones

colombianas. Por tal motivo se permite hacer un mayor énfasis a la perspectiva de modelación socio-crítica.

La Modelación Matemática desde la perspectiva socio-crítica. Esta perspectiva ha permitido que la modelación describa diferentes situaciones dentro de una sociedad, ejemplo de ello es la desigualdad social en términos económicos. El aprendizaje de la Educación Matemática y de la Modelación Matemática permite el empoderamiento de los y las estudiantes como ciudadanos críticos, independientes y reflexivos dentro de su comunidad, “Therefore, mathematics education, and especially the teaching of mathematical modelling and applications, possesses a potential for empowering students as autonomous and independent citizens in society.” (Blomhoj, 2009, pág. 8). O en términos de D’Ambrósio (1999) citado por ARAÚJO, (2009)

“essa perspectiva enfatiza o papel da matemática na sociedade e reivindica a necessidade de encorajar o pensamento crítico sobre o papel da matemática na sociedade, sobre o papel e a natureza de modelos matemáticos e sobre a função da modelagem matemática na sociedade. (p. 306)”. (Pág. 57)

Es decir, la perspectiva socio crítica de la Modelación Matemática resalta la Educación Matemática en la sociedad, además de fomentar el pensamiento crítico sobre el papel de la Educación Matemática y la modelación de la Educación en la sociedad. Además este tipo de fenómenos que se pueden modelar a través de esta perspectiva, produce mayor interés en las personas que desean investigar sobre el fenómeno en especial en los países que presentan

problemas sociales, como: hambruna, explotación de recursos, pobreza, desigualdad social y económica, entre muchos otros.

El objetivo principal de esta perspectiva es capacitar a los investigadores a usar la Modelación Matemática con la finalidad de crítica constructiva y reflexionar sobre las cuestiones sociales en situaciones de la vida real, (Blomhoj, 2009). Un importante trabajo que los docentes deben aprovechar para empoderar a toda la comunidad colombiana frente a las situaciones que atraviesa el país.

Marco metodológico

Teniendo en cuenta que la Educación Matemática Crítica tiene un enfoque investigativo, se propuso la investigación-acción como metodología que permite involucrar problemáticas ambientales, conllevando a análisis y conclusiones que comienzan a generar empoderamiento en los y las estudiantes de grado décimo de la Escuela Mediática.

La investigación Acción

Por tanto, entender la investigación-acción desde la perspectiva del autor Kurt Lewis (1944), quién lo utilizó por primera vez como:

Describía una forma de investigación que podía ligar el enfoque experimental de la ciencia social con programas de acción social que respondiera a los problemas sociales principales de entonces. Mediante la investigación – acción, Lewis argumentaba que se podía lograr en forma simultáneas avances teóricos y cambios sociales. (Rodríguez y et al, 2010-2011, pág. 3).

Las características principales por las cuales nos enfocamos en esta metodología fueron:

- Es una investigación que permite la participación de las personas que están enfocadas y decididas a cambiar su entorno de vivir.
- Existe colaboración permanente entre las personas que trabajan.
- Es un proceso político porque permite que las personas tomen y cambien decisiones.
- Se realizan análisis críticos de las problemáticas presentes.
- Tiene un enfoque cualitativo
- Permite realizar un proceso de reflexión sobre el proceso realizado y los resultados obtenidos. (Rodríguez y et al, 2010-2011)

Lo anterior puede ser retomado en cinco enfoques pertinentes para que los docentes desarrollen su investigación:

- Práctica. Los resultados y percepciones ganados desde la investigación no sólo tienen importancia teórica para el avance del conocimiento en el campo social, sino que ante todo conducen a mejoras prácticas durante y después del proceso de investigación.
- Participativa y colaborativa. Al investigador no se le considera un experto externo que realiza una investigación con personas, sino un coinvestigador que investiga con y para la gente interesada por los problemas prácticos y la mejora de la realidad.
- Emancipatoria. El enfoque no es jerárquico, sino simétrico, en el sentido de que los participantes implicados establecen una relación de iguales en la aportación a la investigación.
- Interpretativa. La investigación social no asume los resultados desde la visión de los enunciados del investigador positivista basados en las respuestas correctas o equivocadas para la cuestión de investigación, sino en soluciones basadas sobre los puntos de vista e interpretaciones de las personas involucradas en la investigación. La validez de la investigación se logra a través de estrategias cualitativas.
- Crítica. La comunidad crítica de participantes no sólo buscar mejoras prácticas en su trabajo dentro de las restricciones sociopolíticas dadas, sino también actuar como agentes de cambio críticos y autocriticos de dichas restricciones. Cambian su ambiente y son cambiados en el proceso. (Rodríguez y et al, 2010-2011, pág. 6).

La finalidad de la investigación acción se basa en la importancia de cuestionar las prácticas sociales, mejorando y transformando la práctica social y educativa, tener una estrecha relación con la realidad y mejorar la educación a través del cambio, por tal motivo se apostó a que la investigación acción fuera colaborativa, participativa y a su vez crítica, buscando con ello que se comiencen a generar cambios y acciones en los estudiantes.

En aras de la realización del trabajo se entendió la investigación social mediante la espiral, propuesta por (Rodríguez y et al, 2010-2011, pág. 12). La cual se ilustra en la imagen:

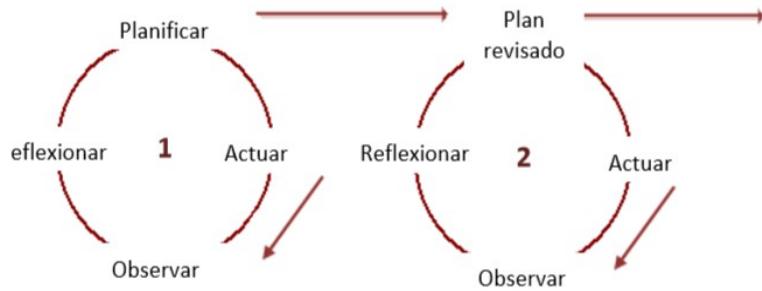


Ilustración 2 Ciclos que presenta la Investigación Acción.

Entiendo que las fases son cíclicas, por tal motivo no se requiere de que el inicio siempre sea el mismo, para este trabajo en específico lo primero que se realizó fue la observación y reflexión en torno a la problemática ambiental que atraviesa Colombia, específicamente las afectaciones que surgen luego de la perforación y exploración de petróleo en algunas regiones colombianas y cómo se podía relacionar con la Educación Matemática y la Modelación Matemática.

Entonces se dio inicio a la *planificación* del escenario donde se enmarcaron las fases establecidas y las actividades que se realizaron con los y las estudiantes, donde se tuvo en cuenta datos estadísticos, los antecedentes, el marco teórico, es decir, una relación con la problemática y el propósito del trabajo de grado. Fueron varias veces que se realizó las planeaciones de las actividades con el fin de obtener el propósito que se deseaba.

Luego se empezó a *actuar*, es decir la ejecución del escenario, de las diferentes fases que se trabajaron con los estudiantes. La fase de sensibilización que buscaba la motivación de los estudiantes entorno a la problemática planteada. Además de conocer los primeros acercamientos o posturas sobre la problemática ambiental que atraviesa el país. Luego fue la

fase de desarrollo, que contempló dos actividades, en las cuales los estudiantes recurrieron a objetos matemáticos como estrategias de solución pero a través del debate y las conclusiones lograron dar sentido a los valores numéricos encontrados. Por último, la fase de reflexión, la cual logró que los estudiantes entregaran sus proyectos o trabajos finales con una postura crítica y propia de acuerdo a lo trabajado durante las sesiones.

Se continuó con el momento de la *observación* que se realizó durante todas las sesiones, lo cual nos permitió realizar, paralelamente, unas relatorías para tener en cuenta todos los aspectos necesarios para el análisis de los resultados.

Por último, se encuentra el momento de *reflexión* sobre los resultados presentados por los y las estudiantes, el accionar de los docentes, las conclusiones finales. Además, reflexionar sobre los pasos anteriores con el fin de concluir y tomar decisiones sobre el trabajo realizado con los estudiantes.

Creación del escenario y análisis

Escenario

La propuesta de trabajar en la creación de escenarios para el aprendizaje mediado por proyectos, tuvo como finalidad que los y las estudiantes participaran e interactuaran de forma activa con la construcción del conocimiento, y a su vez, se constituyeran en seres críticos, idea que es reforzada por autores como (Salazar, González, García, Franco & Salazar, H. 2010) al señalar:

“Los escenarios generan ambientes de aprendizaje que se sustentan en la democracia, lo cual quiere decir que la microsociedad del salón de clase debe encarnar aspectos democráticos, en los que los sujetos realmente participan, se empoderan, toman decisiones.” (pág. 144)

Asumir los escenarios, en concordancia con lo mencionado anteriormente, permite pensar en involucrar la Modelación Matemática, desde la perspectiva de la Educación Matemática Crítica, la cual propende por la construcción de seres críticos pertenecientes a la sociedad y comprometidos en la construcción de conocimiento, tal como lo menciona Barbosa (2001), citado por Martínez, Páez, & García, (2013) quienes señalan que “la modelación como crítica, es vista como medio para criticar los modelos matemáticos en la sociedad, desde el aprendizaje de conceptos matemáticos y el desarrollo de “competencias de modelación”. (pág. 291). Donde la modelación permite que los estudiantes entiendan la matemática como una relación a las situaciones de la vida cotidiana, lo cual lleva a realizar un análisis del modelo y la toma de decisiones.

En términos de Costa, Caldeira y Santos (2011) citado por (Martínez, Páez, & García, 2013)

“un trabajo con modelación en el aula de clase, con base a situaciones de interés de los estudiantes, están posibilitándolos para comprender el papel de la matemática en la sociedad, que hace parte de su día a día, donde la modelación forma parte de su aprendizaje en la vida, para leer el mundo y comprender el poder de la toma de decisiones.” (Pág. 290).

Ahora bien, pensar en la creación de escenarios, por medio de proyectos de aprendizaje que incluyan la Modelación Matemática, implicó que se privilegiara las siguientes consideraciones:

- La participación de los estudiantes en todo momento.
- El trabajo grupal, donde también se tenga en cuenta el trabajo individual inmerso en apoyo al grupo y el espacio donde se inicien discusiones, aportes, conjeturas y conclusiones.
- El rol del profesor debe ser de guía y además debe promover que los estudiantes se cuestionen de las diversas situaciones que se presenten en la cotidianidad.
- Las matemáticas deben tener un uso y un fin. No pensar en contenido.

Con el fin de la construcción de un escenario de aprendizaje, en el cual los estudiantes estén involucrados en la construcción de su conocimiento matemático, junto a la construcción de sujeto social, crítico y empoderado, se propuso un proyecto que presenta una problemática ambiental y su relación con la Educación Matemática y Modelación Matemática, resaltando la participación de los estudiantes para la toma de decisiones.

Metodológicamente, el proyecto tuvo en cuenta las siguientes tres fases⁵: sensibilización, desarrollo y reflexión.

⁵ Fase entendida como las diferentes etapas consecutivas y metodológicas que tendrá el proyecto. Cada fase tendrá un propósito específico y que contribuye a la construcción de conocimiento de los estudiantes.

- Fase de sensibilización, se realizó un trabajo con los estudiantes, enmarcado la problemática ambiental.
- Fase de desarrollo, en esta fase se destacan las dos actividades que se trabajaron con los estudiantes, y
- Fase de reflexión, hace referencia a la presentación de las conclusiones y decisiones por parte de los estudiantes frente a las actividades realizadas.

1. Fase de sensibilización:

En un primer momento se realizó una conversación con los estudiantes sobre los intereses particulares y todo aquello que llamará su atención de los estudiantes en torno a situaciones ambientales del diario vivir. Esto se realizó con la finalidad de relacionar la problemática ambiental y el aula en general.

En un segundo momento de esta fase, y con el fin de presentar la problemática ambiental que tienen algunas poblaciones colombianas, se presentó un video con la finalidad de sensibilizar a las y los estudiantes, donde ellos pudieron cuestionar, preguntar y comprometerse con la problemática y con el trabajo a seguir.

El video que se presentó a las y los estudiantes es el siguiente:

<https://www.youtube.com/watch?v=FUkr9BILLjY> Denominado ¿Agua o Petróleo?

Al finalizar el video se propusieron las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es lo primero que pasa por tu cabeza, luego de ver el video?
2. ¿Consideras que ésta problemática te afecta?
3. ¿Cuáles problemáticas consideras que se pueden trabajar de acuerdo al video expuesto?
4. ¿Cómo consideras que la Educación Matemática se encuentra involucrada en la problemática ambiental presentada anteriormente?
5. En el video se menciona que el desarrollo humano y el desarrollo económico no pueden ir separados, ¿cuál es la opinión que tienes al respecto?

Ver Anexo 1. Hoja guía que fue entregada a los y las estudiantes.

Organización del salón

Tabla 1.

Organización de la sesión de sensibilización.

Momentos	Desarrollo
Momento 1	<p>Presentación del video.</p> <p>El propósito es comprender la dimensión de la problemática e identificar la relación de la Educación Matemática y la problemática ambiental.</p>
Momento 2	<p>Se entregó la hoja guía para que los y las estudiantes resuelvan las preguntas planteadas anteriormente. El trabajo se realizó de manera individual.</p> <p>El propósito es que los estudiantes escriban todas las ideas que surjan.</p> <p>El propósito del trabajo individual es para que los estudiantes lleguen con ideas y puedan debatir sobre las preguntas en grupos de trabajo.</p>
Momento 3	<p>Se organizaron en grupos de trabajo y se discutió sobre las ideas que cada uno tiene a cerca de las preguntas planteadas.</p> <p>El propósito de enseñanza-aprendizaje es que los estudiantes construyan conocimiento con el otro, se respeten de manera comprensiva (aprender a escuchar al otro sin necesidad de agresiones).</p>
Momento 4	<p>Se realizó el momento de debate y la socialización de las respuestas, con la</p>

	finalidad de que los y las estudiantes complementen o a través del debate transformen sus primeras ideas.
--	---

El rol del docente en esta fase fue de guíador, ya que los estudiantes tuvieron inquietudes y algunos quisieron profundizar en el tema, además empezaron a proponer ideas para el trabajo posterior.

2. Fase de desarrollo

Luego de la fase de sensibilización de los y las estudiantes, donde se evidenció que ellos empezaron a apropiarse de la problemática y entendieron el por qué es importante y por qué los atañe, se presentaron dos actividades que consideramos fueron importantes para el empoderamiento de los estudiantes, además estas actividades son el resultado de la primera fase realizada con los y las estudiantes.

Primera actividad:

La primera actividad va relacionado a las regalías (dinero que debe pagar las multinacionales por los daños causados al medio ambiente) además de la ganancia que obtienen las multinacionales por el petróleo extraído, lo que se propone es realizar una comparación entre dichos datos. En esta actividad se tuvo en cuenta los porcentajes de ganancia y se realizó la reflexión correspondiente a las regalías, entendiendo regalías como: “Las regalías, es una porción de los ingresos mineros y petroleros que recibe la Nación en contraprestación por la

explotación del subsuelo de su propiedad” según Rudas & Espitia, (2013), donde los estudiantes concluyeron y consideraron las críticas necesarias de acuerdo a los resultados.

A continuación se presenta la información que se debe tener en cuenta:

- ✓ Valor de cada barril de petróleo. De acuerdo a los informes realizados por el Ministerio de Mina y energía, se calcula que por cada barril de crudo se pagan 86 dólares para el año en curso. Como se demuestra en la siguiente imagen

TABLA 3. PROYECCIÓN DE PRECIOS DEL SECTOR MINERO-ENERGETICO*

Precios	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Crudo WTI (US\$/Barril)	77	80	80	84	84	86	86	88	88	90	90
Carbón FOB (US\$/Ton)	83	81	82	82	83	83	83	83	83	83	83
Níquel (US\$/lb)	8	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6
Oro (US\$/Onza)	1.150	1.150	1.200	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250

Fuente: Ministerio de Minas, DGPM – Ministerio de Hacienda y Crédito Público y DNP, con base en publicaciones internacionales especializadas.

* Estas proyecciones están sujetas a amplios márgenes de error.

Ilustración 3 Valor de cada barril de crudo. Tomado de [CITATION Min15 \p 35 \l 9226]

- ✓ Cantidad de barriles producidos diariamente en los pozos petroleros. De acuerdo a los reportes establecidos en Portafolio.co la página web que maneja los índices de economía del país, se establece que: “Colombia produce 930.569 barriles de petróleo al día” [CITATION Por11 \l 9226]
- ✓ Porcentaje que aporta las regalías de la extracción petrolera al Producto Interno Bruto (PIB) de Colombia

TABLA 4. PROYECCIÓN DE INGRESOS DEL GOBIERNO NACIONAL GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA*

Año	Ingresos provenientes de Ecopetrol 1/		Impuesto de renta pagado por el resto del sector minero		Ingresos totales provenientes del sector minero	
	Miles de millones de pesos corrientes	% PIB	Miles de millones de pesos corrientes	% PIB	Miles de millones de pesos corrientes	% PIB
2009*	11.778	2,3%	3.150	0,6%	14.928	3,0%
2010*	4.010	0,7%	1.600	0,3%	5.610	1,0%
2011*	7.500	1,3%	1.800	0,3%	9.300	1,6%
2010*	9.000	1,5%	2.400	0,4%	11.400	1,9%
2013*	9.900	1,5%	2.600	0,4%	12.500	1,9%
2014*	11.900	1,7%	2.700	0,4%	14.600	2,1%
2015*	12.200	1,6%	2.700	0,4%	14.900	2,0%
2016*	14.200	1,8%	3.000	0,4%	17.200	2,1%
2017*	14.800	1,7%	3.300	0,4%	18.100	2,1%
2018*	16.200	1,7%	3.900	0,4%	20.100	2,2%
2019*	17.100	1,7%	4.400	0,4%	21.500	2,1%
2020*	18.600	1,7%	4.300	0,4%	22.900	2,1%
2021*	19.000	1,6%	4.000	0,3%	23.000	2,0%

Fuente: DGPM-MHCP. **Cifras sujetas a revisión. *Proyecciones sujetas a amplio margen de incertidumbre.

1/ Incluyen los dividendos de Ecopetrol que recibe la Nación, asumiendo que se distribuye el 70%, así como el impuesto de renta pagado por dicha empresa.

Ver [Anexo 2](#). Hoja guía entregada a los y las estudiantes**Tabla 2.*****Organización de la fase de desarrollo. Primera actividad.***

Momentos	Desarrollo
Momento 1	Con base a los datos establecidos anteriormente, se pretendió que los estudiantes leyieran y comprendieran los reportes entregados. El propósito de enseñanza-aprendizaje matemático en este momento se basó en la lectura, comprensión e interpretación de los datos establecidos, comprender los porcentajes estipulados y generar conjeturas de acuerdo a lo interpretado.
Momento 2	Se inició el trabajo de encontrar los valores en pesos que representa la cantidad de producción diaria, mensual y anual de

Ilustración 4**Aportes al Producto****Interno Bruto (PIB)****tomado de****[CITATION****Min15 \p 35 \I 9226]**

	<p>bariles de petróleo, con el valor final se pudo determinar la cantidad de dinero que entra al PIB de acuerdo a los porcentajes establecidos.</p>
	<p>El propósito de enseñanza-aprendizaje del objeto matemático se basó en establecer las relaciones entre el dinero obtenido en la producción de barriles de petróleo y la cantidad de dinero que ingresa al PIB. Para ello, los estudiantes realizaron operaciones [multiplicación, determinar porcentaje de un valor dado] que les permitió determinar los valores.</p>
Momento 3	<p>Análisis y conclusiones de los resultados, donde los estudiantes compararon con alguna situación actual y dimensionaron los valores en pesos de las regalías de las multinacionales con respecto a la explotación petrolera en el país.</p> <p>El propósito de enseñanza-aprendizaje del objeto matemático, se basó en la socialización e institucionalización de las respuestas obtenidas por los estudiantes y construir una conclusión que les permitió tomar decisiones y analizar la situación</p>

	planteada.
--	------------

Segunda actividad

Teniendo en cuenta las consecuencias de la problemática ambiental presentada, en especial aquellas que tienen que ver con la pérdida o sequía de ríos, pozos, quebradas y demás en los municipios colombianos, se planteó la siguiente actividad, donde los estudiantes pudieron calcular la pérdida de agua a cambio de la producción de petróleo en el país.

De acuerdo a diferentes investigaciones y denuncias se calcula que:

“Se calcula que para extraer un galón de petróleo se necesitan 10 galones de agua y que para refinar un galón de petróleo se necesitan 7000 mil litros del preciado líquido.” (Las 2 Orillas, 2014, párrafo 1)

Además, la producción diaria de petróleo se determina por: Cantidad de barriles producidos diariamente en los pozos petroleros. De acuerdo a los reportes establecidos en Portafolio.co la página web que maneja los índices de economía del país, se establece que: “Colombia produce 930.569 barriles de petróleo al día” (Portafolio.co, 2011)

Responde:

- a) De acuerdo a lo obtenido anteriormente para la cantidad de agua utilizada para la producción de petróleo, ¿te puedes imaginar esta cantidad de agua, con qué la puedes comparar? ¿Qué puedes concluir y qué sensación te deja ésta situación, argumenta tu respuesta?

Tabla 3.

Organización de la fase de desarrollo. Segunda actividad.

Momentos	Desarrollo
Momento 1	<p>Se realizó la proporción entre cantidad de agua utilizada y cantidad de barriles producidos (diaria, mensual y anualmente) y se llegó a las conclusiones que realizaron los estudiantes, estas conclusiones fueron comparadas con la realidad Colombiana, es decir, de acuerdo a la cantidad de agua que se obtuvo se comparó con la cantidad de agua que tiene una piscina olímpica, esto con el fin de que el estudiante y las personas pudieran realizar una comparación real y dimensionar la cantidad de agua que se gasta en la producción de petróleo.</p> <p>El propósito de enseñanza –aprendizaje del objeto matemático, es que el estudiante propusiera las relaciones necesarias para determinar el valor. A su vez comprendiera que el valor encontrado se pudo comparar con objetos concretos que le permitió dimensionar la cantidad y contribuir a la argumentación, el análisis y la toma de decisiones.</p>

Ver Anexo 3. Hoja guía entregada a las y los estudiantes.

3. Fase de reflexión

Durante esta fase se presentaron los resultados finales y las conclusiones generadas por los estudiantes, esto se realizó por medio de un espacio de exposiciones, en el cual, ellos pudieron socializar a sus compañeros los resultados de su proyecto.

Categorías de análisis

El análisis que se propuso está basado en la Modelación Matemática desde una perspectiva socio-crítica, entendiendo que aquella permite que los estudiantes pueden comprender la Educación Matemática en relación a las realidades concretas que suceden en el entorno social, logrando un interés por parte de los estudiantes y a su vez una motivación por la participación e investigación de esas realidades, lo que también permite la formación de ciudadanos críticos de sus realidades, en términos de Jacobini y Wodewotzki (2007) citado por (Silva, Akemi & Cabral, 2012).

“[...] interessamo-nos igualmente por reflexões que decorrem do compartilhamento do conhecimento resultante do processo de aprendizagem baseado na Modelagem, em algum contexto (social, político, econômico, educacional, da escola, da própria sala de aula etc.) que tenha alguma relação com os atores envolvidos e que possa, de alguma forma, contribuir para a formação da sua cidadania (Jacobini & E Wodewotzki, 2007, p. 3-4)”. (pág. 112)

Es decir se busca un aula democratizadora, una participación de los y las estudiantes en la construcción de su conocimiento, además de crear conciencia y reconocer los contextos para apropiarse de ellos y se comiencen a generar cambios. La importancia de las discusiones en el

aula de la Educación Matemática sobre las problemáticas sociales, ambientales, entre otras, bajo la Modelación Matemática y la perspectiva socio-crítica permite ver la Educación Matemática bajo otra perspectiva, bajo otras condiciones donde el estudiante se siente participe, donde la Educación Matemática juegue un papel como herramienta para la construcción de análisis, argumentos y la toma de decisiones frente a la problemática que se desee tomar. Un punto importante que se resalta en la Modelación Matemática, es la función de esta pues debe contribuir a una transformación de la visión de los estudiantes, pues si no pasaría lo que señala Araujo (2009) citado por (Silva et al, 2012).

“Se trabalharmos com Modelagem Matemática na educação matemática e não discutirmos questões como o uso da matemática na sociedade, a ideologia da certeza e o poder formatador na matemática, podemos estar contribuindo para a manutenção de uma sociedade injusta ou até mesmo reforçando tal situação (Araújo, 2009, p. 64)”. (pág. 113)

Si no se propone un trabajo con la Modelación Matemática y a su vez no se hacen discusiones sobre la funcionalidad de ésta en la sociedad, lo que estaría sucediendo es la contribución a un estado de desigualdad social y que posiblemente es injusto.

Las situaciones que se le presenten a los y las estudiantes deben ser aquellas que los motiven y que los haga participe de la construcción de su proceso de aprendizaje significativo, para este caso se entiendo aprendizaje significativo crítico como se parte de la sociedad pero a su vez empezar a generar cambios en ella sin dejar que el estudiante sea quien cambie por la sociedad, “É por meio da Aprendizagem Significativa Crítica que o aluno poderá fazer parte de sua cultura e lidar de forma construtiva com as mudanças sem se deixar dominar por elas.” (Silva et al, 2012).

Ahora bien, se consideró que para el análisis de los resultados se deben tener en cuenta todos los aspectos que caracterizaron el escenario y el trabajo realizado con los y las estudiantes; para ello se propuso trabajar en cuatro categorías que enmarcaron: la problemática trabajada como escenario, el papel de la Educación Matemática y Modelación Matemática, el trabajo en grupo y las conclusiones que surgen de los y las estudiantes, cada una de las categorías tiene sus respectivas subcategorías que la sustentan.

La construcción de las categorías se desarrolló de acuerdo con las ideas propuestas por (Silva & Akemi, 2012) y expresadas en el artículo *Quais Elementos Caracterizam uma Atividade de Modelagem Matemática na Perspectiva Sociocrítica?* Y (Silva et al, 2012) en el artículo *A PERSPECTIVA SOCIOCRÍTICA DA MODELAGEM MATEMÁTICA E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA: POSSÍVEIS APROXIMAÇÕES (The sociocritical perspective of mathematical modeling and the critical meaningful learning: possible approaches)*

Categorías

1. La problemática planteada en el aula, como la creación de escenario.

- 1.1 Surgimiento de la problemática planteada en el aula de clase.
- 1.2 La problemática generó motivación en los estudiantes y un interés en la búsqueda de

nuevas fuentes para complementar lo realizado en clase.

- 1.3 La problemática generó cambios en los estudiantes que permitieron realizar investigación y a su vez un canal de difusión de la información.

2. El papel de la Educación Matemática y la Modelación Matemática desde la perspectiva socio-crítica.

- 2.1 Contribuyó al entendimiento de información que se encuentra en las diferentes fuentes de información, permitió que los estudiantes tengan una nueva perspectiva y la implementaran como una herramienta para encontrar valores de los cuales puedan inferir nuevas ideas.

2.2 Utilizo y comprendió la Educación Matemática y la Modelación Matemática como herramienta para el análisis, empoderamiento y toma de decisiones en las problemáticas sociales o ambientales.

3. Las discusiones y el trabajo en grupo.

3.1 Los estudiantes se vieron motivados a buscar nuevas fuentes de información sobre la problemática planteada, lo que permitió enriquecer las discusiones que se dan durante las sesiones de clase.

4. Conclusiones y posturas de los estudiantes.

4.1 Los debates, las preguntas, las discusiones generaron un aula democratizadora donde los estudiantes se escuchan entre sí, se discuten sin agredir y llegan a una conclusión final, a través de sus argumentos y sus posturas críticas sobre la situación planteada.

Análisis de los resultados de acuerdo a las categorías

Para analizar los resultados se tuvo en cuenta la relación entre las relatorías, que son evidencia de lo sucedido con los estudiantes, las producciones de los estudiantes y las categorías que se crearon para dicho análisis; además del contraste realizado desde la teoría y el punto de vista crítico de los docentes.

Análisis para la primera categoría

1. La problemática planteada en el aula, como la creación de escenario.

Para analizar la categoría planteada anteriormente, se tiene en cuenta las siguientes subcategorías.

1.1 Surgimiento de la problemática planteada en el aula de clase.

No existió una evidencia en la cual muestre que la problemática ambiental es planteada por los estudiantes de acuerdo a sus motivaciones, ya que la problemática fue planteada por los docentes, con el fin de visibilizar una problemática actual en el cual enmarca aspectos sociales, económicas y políticas del país y relacionarla con la Educación Matemática y la Modelación Matemática, con el fin de romper con la idea de las matemáticas como un mundo abstracto y por el contrario se convierte en una herramienta para la toma de decisiones y el análisis de las situaciones que se planteen, es decir el empoderamiento y la construcción de sujetos críticos.

Esto no quiere decir que los estudiantes no estuvieran motivados por la problemática planteada, ya que no fue una problemática que surgiera de sus necesidades como lo menciona Salazar et al. (2010). “En las actividades que componen los escenarios, los contenidos de aprendizaje subyacen en rutinas y fenómenos sociales y culturales cercanos a los estudiantes.” Por el contrario la motivación de ellos surgió luego de observar y debatir sobre el video que fue presentado en la fase de sensibilización. Como se evidencia a continuación:

“Luego de ver el video, los estudiantes empiezan a participar con las diferentes inquietudes y preguntas que surgieron durante la observación del video. La primera intervención la realiza una estudiante (quien tomo apuntes durante todo el video) expresando la diferencia que hay entre la cultura urbana y la cultura que se presentan en los campesinos, es decir, la necesidad o la lucha que se plantea en el video sobre el agua, la tierra, el medio ambiente a diferencia de las personas que habitan en la ciudad estos factores no son pensados como herramientas para sobrevivir en la cotidianidad, simplemente porque llegan fácilmente a la mayoría de los hogares con sólo abrir la llave de agua.”⁶

⁶ Tomado de la relatoría de la etapa de sensibilización

En el anterior fragmento, se observa una participación de los estudiantes, donde los docentes guiaban las discusiones hasta llegar a conclusiones, es decir se lograron las consideraciones que se plantearon cuando se pensó la creación del escenario y además concordamos con lo que señala Salazar et al. (2010). “El escenario de aprendizaje es en sí, producto de una relación, puesto que depende de dos asuntos: que los estudiantes acepten la invitación para participar y de las formas como el profesor presente la invitación.” (pág. 142). La relación que se construyó en la primera sesión y la forma de manejar la problemática enriqueció fuertemente la motivación del estudiante, llegando así a que en todas las sesiones se logró que el aula fuera un espacio democratizador en el cual los estudiantes se empoderen y tomen decisiones (Salazar et al., 2010). O en otros términos, la Educación Matemática debe buscar la democracia y el aula ser esa microsociedad donde se encarnen aspectos políticos (Skovmose, 2012). A continuación se presentarán fragmentos y producciones que permiten observar una idea del aula democratizadora descrita anteriormente:

“Se da inicio al debate con la siguiente pregunta: ¿se pueden imaginar el mundo sin petróleo, se acabaría la raza humana? La respuesta de los estudiantes fue que no, lo que cambiaría sería el estilo de vida de las personas, la energía solar podría implementarse para la movilidad de carros y muchas cosas más, los jabones, shampoo artesanales no requieren de petróleo y los cosméticos artesanales tampoco usan de ello, asegura un grupo de estudiantes. Lo que conlleva a decir que se creó una necesidad de utilizar estos productos, el problema de la industrialización y de los estereotipos que ha venido vendiendo el mercado, sino el uso conscientizado de los productos.”⁷

Este fragmento evidencia que los estudiantes empezarán a generar un debate en torno a una pregunta pero también tienen en cuenta aspectos sociales que intervienen en las respuestas, pues el hecho de debatir sobre la producción de objetos que contienen petróleo y su

⁷ Tomado de la relatoría de la fase de reflexión.

comercialización superior a la compra de objetos artesanales que no requieren de sustancias perjudiciales o que causan tanto daño, es respuesta a que las personas compran por marcas, por lo que venden las propagandas o simplemente por consumo, es decir, se ha establecido ciertos prototipos [incluidos los de belleza y de vida] que responden a mantener la industria y al sistema capitalista, sin hacer un análisis de las consecuencias o las ventajas de los productos, el contenido de ellos y realmente a quién beneficia y perjudica.

También encontramos la producción de un grupo de estudiantes, el cual se basó en realizar una conclusión de acuerdo a lo trabajado durante las sesiones, donde se cuestionan las elevadas cifras y su destino de inversión y las afectaciones de la explotación. Determinando así, que los dineros deberían ser destinados a la injusticia social que hoy día tiene Colombia. En otros términos lo que los estudiantes proponen lo que en política se denomina la creación de políticas públicas que beneficien a los sectores de salud, educación y el bienestar social, lo que encarna un debate político a través del proyecto creado en el aula a través de la creación del escenario.

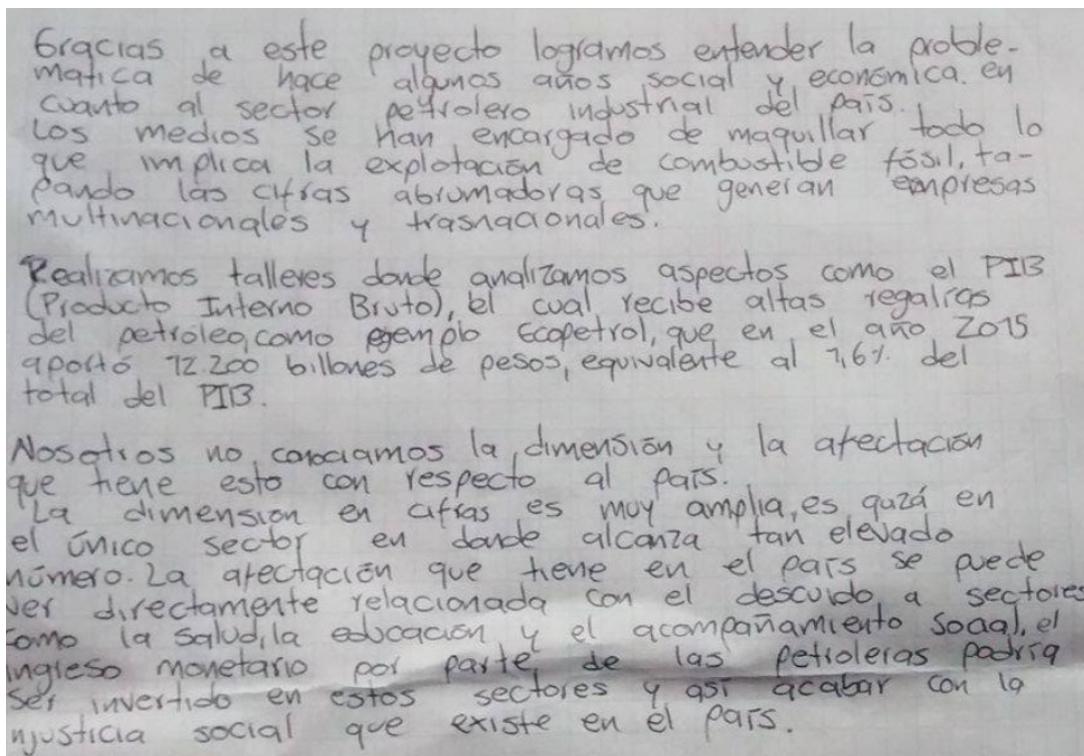


Ilustración 5 Escrito realizado por un grupo de estudiantes. Tomado de las evidencias de las relatorías.

Donde se concluye que los estudiantes interactuaron en un proyecto, el cual la Educación Matemática y la Modelación Matemática fue una herramienta para la construcción de sus

argumentos y para la toma de decisiones, esto se evidencia en la etapa de reflexión con los trabajos finales de los estudiantes. Fueron siete grupos de trabajo:

Primer grupo: realizó un escrito reflexivo sobre los datos numéricos y la explotación petrolera, donde ponen su punto de vista frente a la situación planteada.

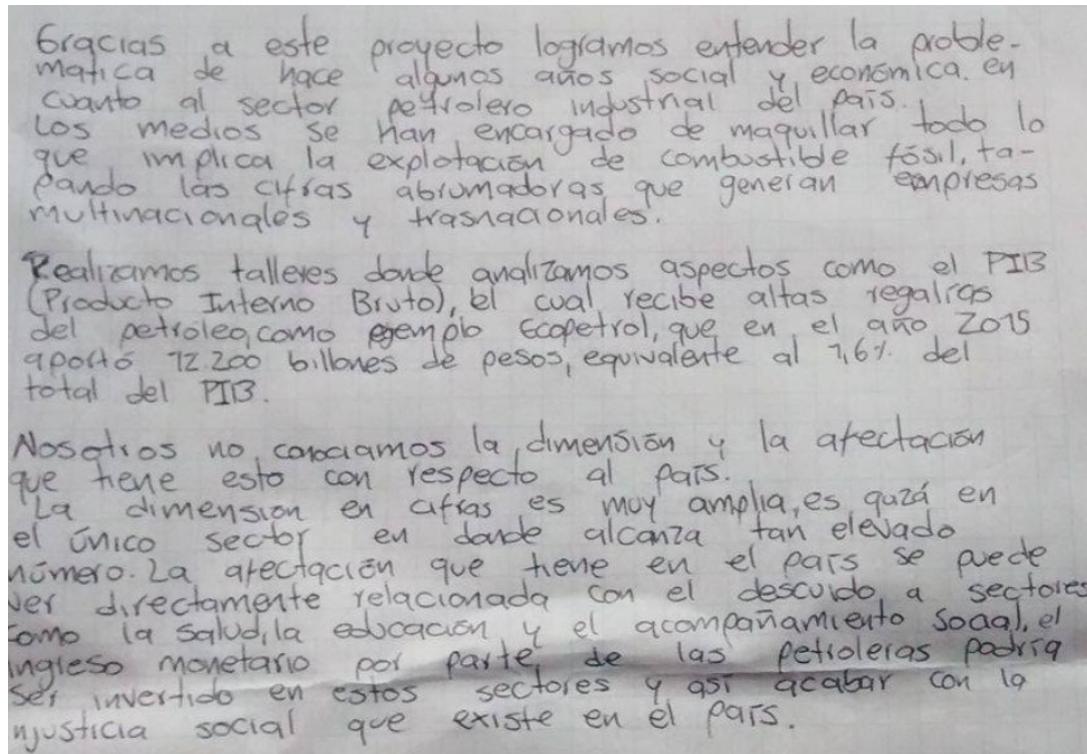


Ilustración 6 Escrito realizado por el grupo de trabajo. Tomado de las evidencias de las relatorías.

Segundo grupo: su producción se basó en un libro denominado “Fracturando vida” y tiene como propósito informar e iniciar un proceso de conciencia sobre la cantidad de agua que se utiliza y se desperdicia al momento de realizar la exploración y extracción petrolera. A su vez busca que se pueda transmitir la información aprendida a todas las personas incluido a niños y niñas de temprana edad, ya que el libro está ilustrado con imágenes que complementan lo

escrito por los estudiantes, así que fue un proyecto que buscó que lo aprendido durante las sesiones trascendiera del salón de clases.



Ilustración 7 Portada del libro. Tomado de las evidencias de las relatorías.

El libro está compuesto por dos partes: la primera sobre la extracción del petróleo y el método denominado Fracking conocida también como la fracturación hidráulica, donde por medio de agua, arena y mezcla de químicos nocivos rompe las piedras selladas para que pueda fluir el petróleo. Las consecuencias que deja el Fracking es la contaminación del agua por culpa de la mezcla de químicos nocivos, durante el método el agua que es utilizada bajo precisión luego de romper las rocas se devuelve por los tubos pero esta agua ya no es potable y tampoco es utilizada en la industria petrolera, por tanto es vertida en tanques y sellados para luego ser enterrados en el subsuelo, lo cual trae como consecuencia y no es dimensionado por las grandes empresas, es que en el subsuelo hay más pozos de agua potable, entonces puede ocurrir que en los tanques queden fugas y contamine dichos pozos.

La segunda sobre la economía de Colombia basada en el petróleo, donde aseguran que Colombia es uno de los países donde se produce grandes cantidades de petróleo, entonces si la industria del petróleo cae ¿qué pasa con la economía de Colombia? Específicamente en la vida de un trabajador si el dólar sube su sueldo disminuye y viceversa, entonces son proporciones inversas, por tanto todas aquellas industrias que manejan el dólar como su

moneda si el dólar aumenta ellos aumentaran sus precios. Una de las consecuencias de la subida del dólar es por la industria del petróleo, ya que la industria petrolera cayó en Colombia y se genera escases de dólares, ya que pocas multinacionales invierten en Colombia para la extracción de petróleo, ya que Estados Unidos encontró la forma para explotar sus suelos, y que tenían el problema de rocas sin grietas, por lo cual no fluía el petróleo, pero con la ayuda del Fracking ya pueden explotar sus suelos.

El tercer grupo: realizó una maqueta, donde plasmaron la proporción entre el gasto de agua y de crudo para la producción de objetos que contienen petróleo y desde allí cuestionar a sus compañeros.

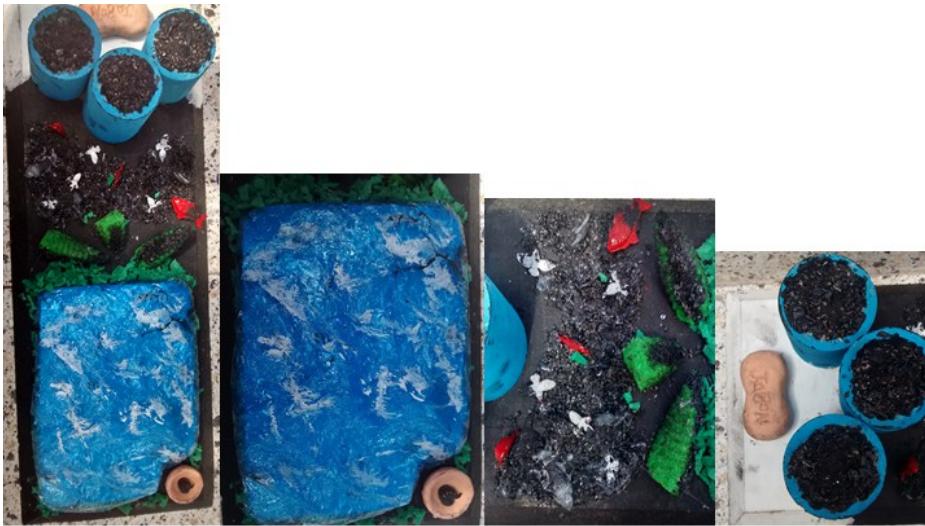


Ilustración 8 maqueta realizada por el grupo de trabajo. Tomado de las evidencias de las relatorías.

Esta maqueta muestra los diferentes pasos que se requieren para la producción de algunos objetos que requieren petróleo, para este caso en específico es el jabón. En la primera parte se observa la proporción de agua con respecto al crudo que se requiere, es decir, los estudiantes utilizaron lo aprendido en clase a partir de la proporción de que para extraer un galón de petróleo se requieren 10 galones de agua; luego plasmaron las consecuencias de los derrames de petróleo en las áreas cercanas ya sean terrestres o marítimas causando desastres ambientales y por último quieren evidenciar la producción y la industria del petróleo y de objetos que requieren de ello para su producción.

El cuarto grupo realizó una cartelera que expone los efectos la explotación petrolera, la intención de los estudiantes era pegar dicha cartelera en el colegio para que los compañeros pudieran leer y empezar a cuestionarse y que les quedara sonando la idea en la cabeza.

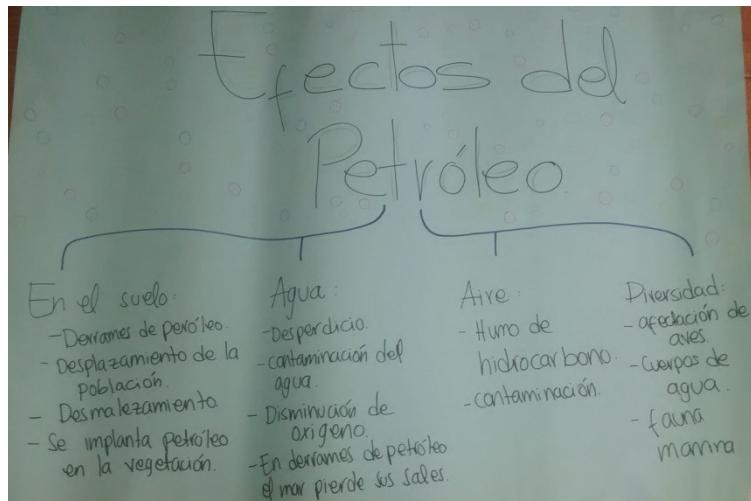


Ilustración 9 Cartelera que muestra los efectos del petróleo realizado por un grupo de estudiantes. Tomado de las evidencias de las relatorías.

En la cartelera se destacaron los efectos del petróleo en cuatro partes, la primera con respecto al suelo, donde sale el petróleo, si hay accidentes puede causar pérdida de suelo, ya que se producen suelos infértilles, además de la deforestación de los bosques para poder entrar la maquinaria los materiales necesarios. Lo otro también es el desplazamiento de la población por la compra de suelos o la pérdida de recursos naturales de los cuales se mantenía la población.

Como segunda parte se encuentra el efecto que causa el petróleo en el agua, donde se presentaron los derrames de crudo en los mares, generando daños irreversibles y pérdida de vida marina. En tercer lugar se evidencia la contaminación del aire como consecuencia de la producción de hidrocarburos generando problemas para la salud en las vías respiratorias. Por último, se presentan los efectos en la biodiversidad, afectación en los yacimientos de agua, muerte de las especies, daño en la fauna marina.

El quinto grupo: [una estudiante] recreó en una maqueta la herramienta que es utilizada para la extracción petrolera y realizó la explicación de los métodos de extracción.



Ilustración 10 Una réplica realizada en material reciclado de una máquina para la extracción del petróleo, realizado por una estudiante. Tomado de las evidencias de las relatorías.

Esta máquina es utilizada para la extracción terrestre donde consiste en perforar rocas a través de engranajes y químicos, y buscar la extracción del crudo que se encuentra en el subsuelo. La estudiante también expuso las diferentes formas de explotación que incluye la marítima y el método Fracking y concluye que el petróleo tiene muchas cosas malas, pero a consideración personal utiliza todos los objetos que tienen petróleo, pero por todo lo malo que tenga no las puede dejar de usar pero que respeta la decisión de sus compañeros y las ideas que cada uno expuso.

El sexto grupo realizó un escrito denominado “¿Qué está pasando con Choachí?” donde mencionan la problemática ambiental que se presenta en las quebradas y la biodiversidad de los páramos generando lugares desérticos que son protegidos legalmente.

““;Qué está pasando con Choachí?

Por: Waira Gamba Sanabria y Gabriela Valencia Benavides

Escuela Mediática, grado decimo

Hace más de dos años en el municipio de Choachí, ubicado a dos horas de Bogotá se ha venido presentando por parte de la empresa bogotana Cosargo SAS compras de terreno en la vereda “agua dulce” lugar del que nacen cinco importantes quebradas que se encargan de proveer agua no solo al municipio sino también a Bogotá y sus alrededores, posteriormente dichas compras se convirtieron en zonas de exploraciones mineras en busca de arenisca¹. En la zona se encuentra el parque ecológico Matarredonda (ubicado en el páramo de cruz verde el cual hace parte del gran complejo de paramos “Sumapaz” uno de los más grandes de Colombia) donde se originan los ríos Teusacá, Palmar y San Cristóbal. Durante el proceso de exploración la empresa se ha encargado de extraer constantemente agua de dicho parque la cual como se mencionó antes proviene del páramo el proceso de explotación está siendo planeado para realizarse durante el próximo año.”

Fragmento del escrito de las estudiantes donde expusieron que la problemática ambiental no es alejado a la ciudad de Bogotá.

Por último, **el séptimo grupo** planteó un video creado por ellas, donde desean presentar el problema del accionar de las personas frente a diferentes problemáticas sociales que se presentan, donde muchos de ellos sólo se quedan en palabras y muy pocas veces sus actos son coherentes con sus palabras. El video se puede encontrar en el siguiente link:

https://drive.google.com/file/d/0B0r_7Ty8t1FbYzVRMkJBVUIxX3c/view?pli=1

En el espacio del debate se habló que no se podía generalizar lo que realizan las personas con respecto a una problemática, si a los demás no les gusta o no creen que allí puede estar la solución, el problema se enmarca en que todas las personas no están de acuerdo con lo que los demás hacen o piensan, pero que se debe llegar a acuerdos tolerantes en espacios de discusión.

1.2 La problemática generó motivación en los estudiantes y un interés en la búsqueda de nuevas fuentes para complementar lo realizado en clase.

“...El grupo expone el contenido del libro, inician con la explicación de donde sale el petróleo y mencionan que es una sustancia subterránea, es decir, en las rocas, existiendo dos tipos de ellas, la primera es aquella que tiene grietas y es por allí donde puede fluir el petróleo mientras, que existen las rocas selladas, las cuales requieren de un método para romperlas, este método se denomina Fracking, que es la fracturación hidráulica, donde por medio de agua, arena y mezcla de químicos nocivos rompe las piedras selladas para que pueda fluir el petróleo. Las consecuencias que deja el Fracking es la contaminación del agua por culpa de la mezcla de químicos nocivos, durante el método el agua que es utilizada bajo precisión luego de romper las rocas se devuelve por los tubos pero esta agua ya no es potable y tampoco es utilizada en la industria petrolera, por tanto es vertida en tanques y sellados para luego ser enterrados en el subsuelo, lo cual trae como consecuencia y no es dimensionado por las grandes empresas, es que en el subsuelo hay más pozos de agua potable, entonces puede ocurrir que los tanques queden fugas y contamine dichos pozos...”⁸

Fue una sesión en la cual los estudiantes presentaron sus trabajos finales, en los cuales se evidenció un trabajo a profundidad sobre las consecuencias (ambientales y sociales) y las formas de extracción del petróleo, por lo cual se evidenció que debieron indagar en diferentes fuentes, para realizar la presentación final del trabajo. Cabe aclarar que sólo tomamos el fragmento anterior como evidencia para analizar pero todos los grupos de trabajo realizaron un trabajo de indagación en diversas fuentes [un grupo realizó y expuso las consecuencias ambientales y sociales, otro grupo realizó una búsqueda de información sobre lo que sucede en el municipio de Choachí, entre otras presentaciones que se encuentren explícitas en las

⁸ Tomado de la sesión de reflexión, los trabajos finales de los estudiantes.

relatorías realizadas en las tres sesiones.] El fragmento anterior es una evidencia que permite decir como los estudiantes indagaron sobre las diferentes formas de explotación petrolera y relacionarlo con la economía colombiana, es una elaboración que requiere de una síntesis de la información encontrada con el fin de que el lector la pueda entender fácilmente.

Como parte importante que se resaltó en el trabajo realizado por los estudiantes, se basó en la búsqueda de nuevas fuentes para interpretar lo realizado en las sesiones de clase, es decir, los estudiantes no sólo se quedaron con los datos numéricos, cifras estadísticas, costos elevados, cambio de medida, sino que buscaron la manera de comprender y dar sentido a las cifras con las realidades del país, específicamente las consecuencias que trae la explotación petrolera, lo que nos lleva a pensar que se cumple, en cierto modo, uno de las consideraciones que propone Skovmose con respecto a la Educación Matemática Crítica y es *la alfabetización matemática* (lo que en nuestros términos definimos empoderamiento), el cual no sólo se busca que el o la estudiante tenga habilidades y competencias matemáticas, sino que tengan la capacidad y la comprensión para interpretar y tomar decisiones con respecto a una situación social y política que se ha construido también por las matemáticas (Skovmose, 2012). La competencia adquirida por los estudiantes fue la búsqueda de las nuevas fuentes para relacionar los datos numéricos que se obtuvieron en las sesiones de clase y dar el punto de vista crítico de cada estudiante.

1.3 La problemática generó cambios en los estudiantes que permitieron realizar investigación y a su vez un canal de difusión de la información.

“El segundo grupo [conformado por cuatro estudiantes] presenta su libro final donde se muestra el trabajo que realizaron durante las sesiones y las indagaciones o búsquedas de información que realizaron extra clase, este libro está pensado para todos incluidos los niños, ya que traen

imágenes y está escrito de la manera más sintética y entendible para todos, este grupo le apostó a la creación de un libro llamado “Fracturando vida” y tiene como propósito generar conciencia con respecto a la pérdida de agua cuando se realiza la extracción petrolera, cuestionar las acciones individuales que pueden hacer desde las casas y demás lugares, transmitir la información aprendida, entre otras acciones, y que ésta conciencia se genere desde la temprana edad. El libro está compuesto por dos partes: la primera sobre la extracción del petróleo y el método denominado Fracking y la segunda sobre la economía de Colombia basada en el petróleo.”⁹

Este fragmento describe la introducción que realizó el grupo de cuatro estudiantes con respecto a la presentación de su libro, un libro que enmarcó dos aspectos, el primero las formas de la extracción petrolera y los daños:

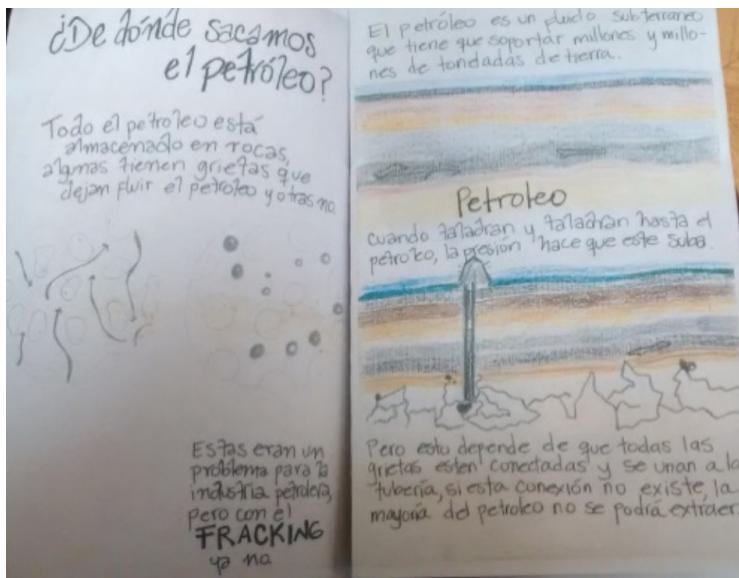


Ilustración 11 Primeras páginas del primer apartado del libro realizado por un grupo de estudiantes.

Tomado de las evidencias de las relatorías.

El segundo sobre la economía y el petróleo:

⁹ Tomado de la sesión de reflexión, los trabajos finales de los estudiantes.

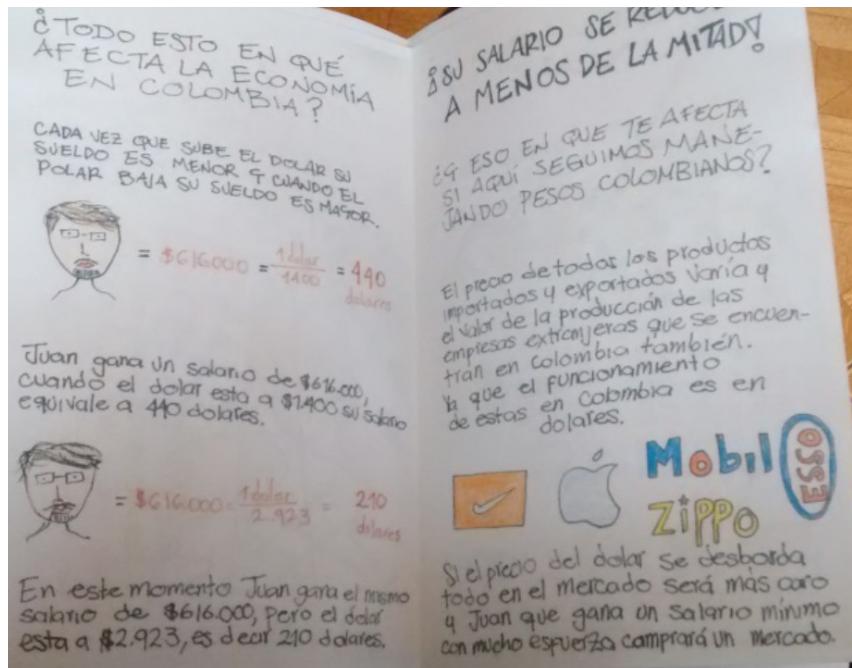


Ilustración 12 primeras páginas del segundo apartado. Tomado de las evidencias de las relatorías.

Para finalizar con unas preguntas que cuestionan al lector.

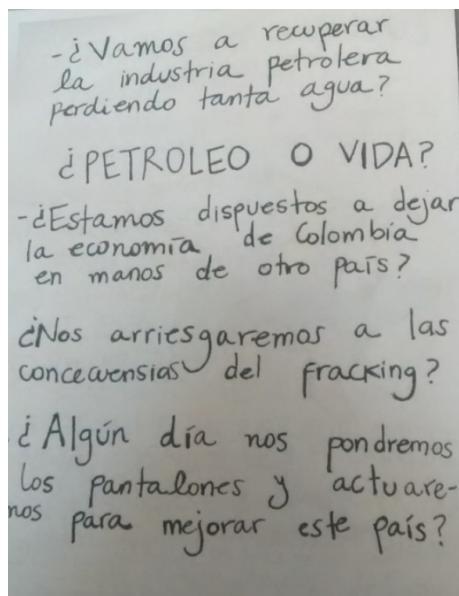


Ilustración 13 Preguntas realizadas a los lectores. Tomado de las evidencias de las relatorías.

Es un trabajo que se rescata por el impacto y el agrado que tuvo sobre todo el grupo y los docentes, puesto que el grupo se interesó en que lo aprendido en la clase no sólo fuera compartido y debatido por sus compañeros y los profesores, sino que lo pudiera leer cualquier persona incluidos los niños, puesto que el libro está apoyado con imágenes que permite la comprensión de los términos y párrafos que se suscitan en el libro. El grupo realizó una búsqueda de información en diversas fuentes [que no se asegura el tipo de fuente pues los estudiantes no utilizan citas] para complementar los datos numéricos sacados anteriormente, pero lo importante es la búsqueda de reproducir la información con otras personas, entonces todos los grupo tuvieron la preocupación por comunicar sus ideas, explicar todo aquello que entendieron, argumentar sus ideas, entre otras (MEN, 1998). Pero el grupo se preocupó por escribir sus ideas para comunicársela a muchas personas de una manera rápida y comprensible.

Por último y a manera de cierra sobre la primera categoría, aunque la motivación no saliera explícitamente de las necesidades de los estudiantes o del aula, puesto que fue una motivación traída por los docentes con un fin específico, y los resultados permitieron que este fin se cumpliera; puesto que los estudiantes fueron más allá de simplemente entender los números que se plasmaron en las clases, se logró que el escenario fuera un lugar de debates en torno a todo aquello que surgía en los grupos de trabajo, en las preguntas que salían a los grupos expositores, entre otras acciones, ejemplo:

“La primera intervención la realiza una estudiante [quien tomo apuntes durante todo el video] expresando la diferencia que hay entre la cultura urbana y la cultura que se presentan en los campesinos, es decir, la necesidad o la lucha que se plantea en el video sobre el agua, la tierra, el medio ambiente a diferencia de las personas que habitan en la ciudad

estos factores no son pensados como herramientas para sobrevivir en la cotidianidad, simplemente porque llegan fácilmente a la mayoría de los hogares con sólo abrir la llave de agua. A su vez resaltó lo dicho por un campesino, donde asegura que los campesinos han dejado a un lado su sombrero, poncho y alpargatas para darle paso a una nueva vida que le ofrece las multinacionales. A lo cual la estudiante dice que es triste ver cómo deben cambiar la vida en todos los aspectos. Durante esta intervención una compañera asegura que todos los problemas de la humanidad desencarnan en un hecho de doble moral y es que si no les afecta directamente no habría ningún momento de protestas pero si le pasa a los demás y no me afecta directamente no hay porque ayudar.”¹⁰

Este es un fragmento de una discusión de los estudiantes sobre lo planteado en el video y se evidencia que se logra participación de los estudiantes y luego una conclusión de manera general. Se evidencia lo que podemos denominar un giro hacia un empoderamiento en los estudiantes en torno a la toma de decisiones y la argumentación a la problemática ambiental planteada a través de la Educación Matemática, puesto que los resultados son una muestra de la importancia y la trascendencia de lo trabajado en la clase, además que durante las exposiciones se evidencia su punto de vista argumentado frente a la problemática ambiental.

Además también se puede concluir que la Educación Matemática y la Modelación Matemática no sólo es el mundo abstracto que el currículo plantea, sino que la Educación Matemática y la Modelación Matemática puede ser utilizada en diferentes contextos y que ella no se convierta en el fin, es decir, solamente encontrar el valor de una incógnita, sino que ella pueda ser una herramienta que permita enriquecer los argumentos de las personas, en el caso específico de este proyecto se utilizaron datos estadísticos, caminos como la regla de tres, cifras elevadas,

10 Tomado de la relatoría de la fase de sensibilización.

cambios de unidad, pero estos procedimientos no quedaron plasmados como números, sino que se logró que los estudiantes se preocuparan por transmitir a los demás lo que habían aprendido a través de los números, pero muchos de ustedes no hablaron de números sino que le dieron sentido a ello para poder compartir a la sociedad, donde les permitió realizar análisis y toma de decisiones, y la invitación es utilizar la Educación Matemática diferentes contextos que permitan análisis, toma de decisión y enriquecer los argumentos y que enriquezcan el punto crítico de las situaciones, es decir, matematizar las situaciones de las realidades concretas de diferentes sociedades. Los estudiantes aseguran que la matemática desde ese punto de vista es más agradable, permite la conexión con otras áreas, hacer investigaciones, reflexionar sobre ello, les gustó trabajar las matemáticas a través de este proyecto.

Análisis para la segunda categoría

2. El papel de la Educación Matemática y la Modelación Matemática desde la perspectiva socio-crítica

Para analizar la categoría mencionada anteriormente, se tuvo en cuenta las siguientes subcategorías.

2.1 Contribuyo al entendimiento de información que se encuentra en las diferentes fuentes de información, permitió que los estudiantes tengan una nueva perspectiva y la implementaran como una herramienta para encontrar valores de los cuales puedan inferir nuevas ideas.

Durante el desarrollo de las actividades planteadas en las dos primeras sesiones, en las cuales se requirió interpretar datos estadísticos y porcentajes para encontrar valores que corresponden a dineros diarios, mensuales y anuales de la producción del petróleo. Lo primero que realizaron los estudiantes fue la lectura de la hoja y de los datos que ofrecían las tablas, algunos estudiantes tenían preguntas sobre la lectura de las tablas como: ¿Dónde se ubica el petróleo? Se respondió que era la fila denominada CRUDO, ¿Qué significa el PIB? Se generó una participación donde algunos estudiantes quisieron responder la pregunta, una estudiante responde que es la producción que tiene un país, un estudiante complementa diciendo que también es la materia prima de un país; a lo cual, para construir un sólo concepto que manejara todo el grupo, el profesor les explicó que el PIB son todos las producciones, servicios, propiedades, bienes y demás que produce un país y que generalmente se mide anualmente.

Durante las socializaciones y discusiones; donde los estudiantes compartieron los caminos solución que tuvieron en cuenta para determinar los valores que se solicitaban, se evidencio el

proceso general de la comunicación como la expresión de ideas, discusiones, acuerdos y la creación de estrategias. A su vez, los estudiantes recurrieron a plantear reglas de tres como una forma de interpretar y hallar el valor faltante, como se muestra en las siguientes imágenes:

The image shows handwritten mathematical work on a piece of paper. At the top, there is a calculation involving percentages and multiplication:

$$\frac{77}{1} \times \frac{x}{130.569} \approx \frac{730.569 \times 77}{1} = \$ 7165.3813$$

Below this, another calculation is shown:

$$7165.3813 \times 30 = \$ 214961.4390$$

Further down, another calculation is shown:

$$7165.3813 \times 365 = [2.61536417 \times 10]$$

At the bottom left, there is a circled number 1 followed by handwritten text:

① diario : 34,445.520 \$
mensual : 2,233,365.600 \$
anual : 815,178444.600 %

Next to it, there is a circled number 2 followed by a calculation:

$$\frac{\$ 15.178,444.000 \times 0.013}{100} = 6.220.60342^{15}$$

Ilustración 14 Procedimientos realizados por algunos estudiantes para encontrar el valor deseado. Tomado de las evidencias de las relatorías.

Los valores varían de acuerdo al año escogido por el grupo de estudiantes, puesto que se quería que cada grupo escogiera un año en específico para luego representar la variación por año de los precios de producción de petróleo.

Luego los estudiantes de acuerdo a los valores resultantes, escribieron un párrafo de análisis de acuerdo a la variación y a los valores obtenidos, donde algunas de las respuestas se encuentran en las siguientes imágenes:

- (3) El dinero que ganan las petroleras no se ve reflejado en el país, esto se debe a los TLC que se han firmado.
- al año = 12060174.24 dólares
- ② 9.16 dólares PIB
- ③ Con esto del petróleo los dueños de esas empresas tienen un gran soporte económico.
- c) Según las cifras que obtiene, no puede dar cuenta de la cantidad tan gigantesca que éste negocio obtiene. La incógnita que me queda es de qué forma se destina este dinero en el país.

Ilustración 15 Conclusiones de algunos grupos de trabajo de acuerdo a los valores encontrados. Tomado de las evidencias de las relatorías.

Los grupos de trabajo plasmaron sus párrafos de conclusión con respecto a los valores tan elevados que deja la producción del petróleo, además que no lo habían pasado a pesos Colombianos y si lo hacían el valor iba a incrementarse. Una estudiante planteó que era mucho dinero que dejaba la producción petrolera y lo que más le llamaba la atención era que el porcentaje que se le destina al PIB es muy bajo, que si se lograba cambiar esto probablemente se mejorarían muchas problemáticas sociales y se contribuía a la población afectada como la del video que observó. Otro estudiante aseguró que la actividad petrolera es la más productiva del mundo, puesto que muchos productos como la gasolina son utilizados diariamente por las personas y se ha vuelto casi indispensable, lo que conlleva a dejar ganancias, lo cual dejaba varias preguntas de reflexión sobre: ¿los recursos sí llegan a la

población? ¿Cuál es la inversión del dinero que ganan las multinacionales que producen petróleo? y ¿la cantidad de dinero sí cubre con los daños causados en el ambiente?

Por tanto, se puede concluir que el papel de la Educación Matemática y la Modelación Matemática, se basó en una alfabetización de los estudiantes no simplemente en las destrezas matemáticas, es decir, saber usar algoritmos para encontrar un valor, sino que comprendan e interpreten por medio de las matemáticas los fenómenos sociales, políticos y/o ambientales de la sociedad (Skovmose, 2012). Apoyándose en la Modelación Matemática que permite modelar los fenómenos y que se puedan cuestionar la pertinencia de dichos modelos de la sociedad, además que como lo menciona Costa, et al (2011) citado por (Martínez, Páez, & García, 2013)

“un trabajo con modelación en el aula de clase, con base a situaciones de interés de los estudiantes, están posibilitándolos para comprender el papel de la matemática en la sociedad, que hace parte de su día a día, donde la modelación forma parte de su aprendizaje en la vida, para leer el mundo y comprender el poder de la toma de decisiones.” (Pág. 290).

La situación pese a que no haya sido planteada por los estudiantes si generó intereses en los estudiantes como se mencionó en la categoría anterior, además permitió que los estudiantes entendieran que las matemáticas son una herramienta para comprender muchas de las situaciones que pasan en las sociedades, que se pueden cuestionar de acuerdo a su funcionalidad y beneficio que le aporta a quienes componen dichas sociedades.

2.2 Utilizo y comprendió la Educación Matemática y la Modelación Matemática como herramienta para el análisis, empoderamiento y toma de decisiones en las problemáticas sociales o ambientales.

Para esta subcategoría se logró afirmar que los estudiantes no sólo se quedaron con los resultados obtenidos en los valores numéricos, obtenidos a través de los procedimientos que hayan utilizado, sino que los estudiantes trascendieron y le dieron sentido a dichos valores, puesto que lo relacionaban con lo expuesto por los campesinos en el video y con las consultas que ellos habían realizado, esto se puede evidenciar en la discusión final como cierre del proyecto:

“Con el fin de cerrar la exposición de los trabajos finales, se concluye con la pregunta ¿Cuál fue el papel de la matemática en los proyectos? Los estudiantes participaron con respuestas como: los porcentajes que utilizamos para determinar los dineros, las variaciones que se evidenciaron durante los años en cuestión de precios de barril, los cambios de unidades, la regla de tres que se planteó para encontrar los valores, la estadística, la proporción de agua y petróleo, el análisis económico que realizó el grupo de Mawii (grupo quien realizó el libro) y el profesor plantea la siguiente pregunta ¿todos esos procedimientos, algoritmos, cálculos y demás para que les sirvió? Los estudiantes responden que para analizar la problemática de la extracción petrolera, para darnos cuenta de cifras que jamás habían pasado por la cabeza, para determinar los daños que genera el petróleo, entre muchas ideas más.”¹¹

Entonces la Educación Matemática debe romper el imaginario que algunos tienen como el mundo abstracto que el currículo plantea, es decir realizar operaciones y encontrar ciertos números, hablar de conjuntos numéricos, realizar representaciones gráficas de funciones, entre muchos objetos matemáticos que pierden sentido e importancia para los estudiantes cuando no se aterrizan o se ponen en situaciones que el estudiante pueda comprender y entender para qué sirve aprender dicho objeto y cómo se puede utilizar en su mundo cotidiano, la importancia que se desea resaltar de la modelización es en el sentido que lo plantea Bassanezi &

11 Tomado de la relatoría de la fase de reflexión.

Biembengut (1997) “Lo que proponemos no es enseñar la modelización en las escuelas sino enseñar Matemáticas usando el método de modelación” (Pág. 14). Es decir, la Educación Matemática sea enseñada a través de la modelación, donde las situaciones que surjan de las necesidades de los estudiantes o que el profesor proponga con el fin de motivar a los estudiantes para alcanzar grandes objetivos, sea modelada y le permita a los estudiantes comprender, generar debate, cuestionarse, analizar, tomar postura y llegar a conclusiones.

En el caso específico de este proyecto se utilizaron datos estadísticos, caminos como la regla de tres, cifras elevadas, cambios de unidad, pero estos procedimientos no quedaron plasmados como números, sino que se logró que los estudiantes se preocuparan por transmitir a los demás lo que habían aprendido a través de los números, hecho que implicó que muchos de los estudiantes no hablaron simplemente de valores numéricos sino que le dieron sentido a ello para poder compartir en el aula de clase y también la preocupación de buscar compartir con los demás, conllevando a que los estudiantes se empoderaran en el sentido de la alfabetización de (Skovmose, 2012) generaran un aula democratizadora donde se colocaran en la mesa diversos temas de discusión en torno a las actividades y sucesos que ocurrían en el aula, donde a través de la Modelación los y las estudiantes, puede tomar posturas de las situaciones ambientales que suceden en el país por medio del análisis y la toma de decisiones.

Finalmente, extendiendo la invitación para que la Educación Matemática sea utilizada en diferentes contextos que permitan análisis, toma de decisión y enriquecer los argumentos y que enriquezcan el punto crítico de las situaciones, es decir, matematizar las situaciones de las realidades concretas de diferentes sociedades con las diferentes problemáticas que se presentan y con la finalidad de generar una experiencia matemática adecuada en los estudiantes (Vithal & Valero, 2012). Donde las experiencias adecuadas y bien implementadas

en el aula trascenderá en los estudiantes la importancia de ser miembros activos de las diferentes organizaciones que componen la sociedad.

Análisis para la tercera categoría

3. Las discusiones y el trabajo en grupos

3.1. Los estudiantes se vieron motivados a buscar nuevas fuentes de información sobre la problemática planteada, lo que permitió enriquecer las discusiones que se dan durante las sesiones de clase.

Durante las sesiones de trabajo, los estudiantes se organizaron por grupos de trabajo y discutían las preguntas que se planteaban en las actividades, en algunos casos se recurría a discutir la respuesta y escribir los acuerdos a los que llegaban. En otros casos, colocaban las conclusiones de manera individual como se muestra en las siguientes imágenes.

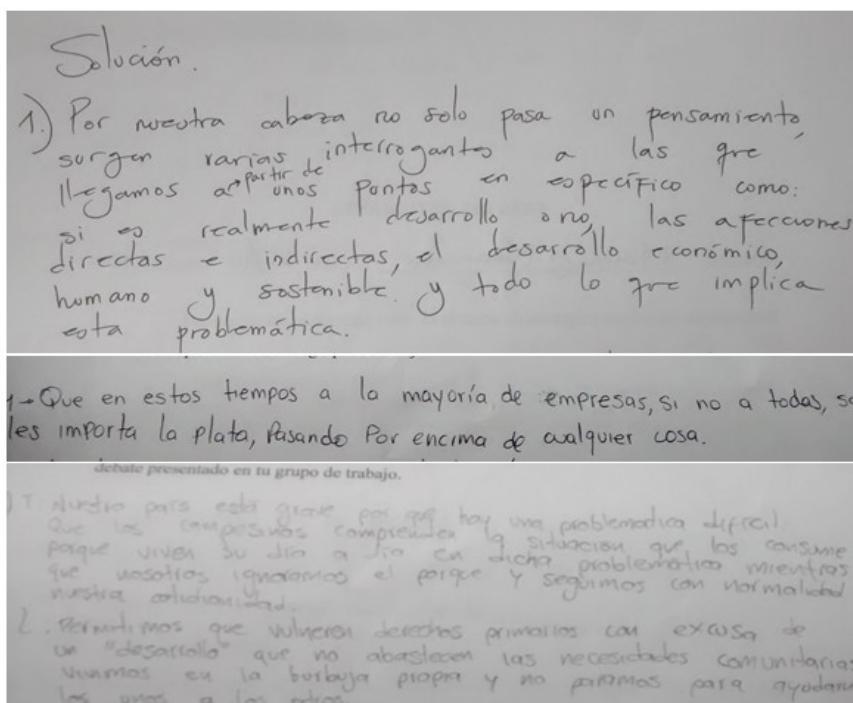


Ilustración 16 Conclusiones grupales e individuales de los estudiantes para las preguntas y debates planteados. Tomado de las evidencias de las relatorías.

En esta imagen, se aprecia las respuestas de los grupos de trabajo, algunas de manera individual [cada miembro del grupo] y otras una conclusión final compuesta por el grupo. Además, antes de finalizar cada sesión de clases, se realizaron las discusiones o debates en torno a lo trabajado durante la sesión, como lo muestra el siguiente fragmento tomado de la relatoría de la fase de sensibilización:

“La tercera intervención, una estudiante se basó en los cultivos de los campesinos y los tipos de cultivos que realizan, dice que el agua es necesaria para regarlos y si se está contaminado el agua, el riego de los cultivos se contaminan y se pierde la comida que alimenta a los campesinos pero que también alimenta a las diferentes personas.

La cuarta intervención la realiza una estudiante nuevamente y tiene la duda con respecto a si el video es un documental o cómo se puede clasificar el video, a lo cual una compañera él contesta que obviamente no era un documental porque no se mostraba la otra cara de la problemática, sino que sólo había un punto de vista; además el profesor añadió que este video era una denuncia realizada por los mismo campesinos y campesinas como un medio alternativo a lo que muestran los medios de comunicación sobre la problemática y donde los campesinos desean mostrar las consecuencias que están viviendo. La reacción de los estudiantes fue que a pesar de que el video estuviese sesgado hacia la vivencia de los campesinos y campesinas; les asombraba que el video lo hubiesen realizado ellos con gran naturalidad.”¹²

Estas son intervenciones que realizaron estudiantes luego de ver el video propuesto por los profesores sobre la problemática ambiental de la explotación petrolera. En dicho fragmento se

12 Tomado de la relatoría de la fase de sensibilización.

evidencia que los estudiantes expresan sus ideas luego de realizar el análisis pertinente y cuestionarse lo visto en el video.

Para el caso de la fase de reflexión, los estudiantes recurrieron a la búsqueda de nuevas fuentes de información que les permitiera fortalecer argumentos reconociendo nuevas ideas y perspectivas de la problemática, para luego ser compartidas en las exposiciones de los proyectos finales (en el espacio de preguntas al finalizar cada exposición). Este espacio permitió que los compañeros aportaran y expresaran sus opiniones con respecto al trabajo realizado de sus compañeros, como se evidencia a continuación:

“El profesor pregunta al grupo si hay preguntas, aportes, inquietudes o discrepancias con el escrito realizado por los compañeros, donde una estudiante participa diciendo que está de acuerdo con que los recursos no se ven, donde los grandes dineros que genera la explotación petrolera no se ven reflejados en las comunidades que son directamente afectadas. Otra compañera opina si sólo se están fijando aquellas consecuencias malas que producen la explotación petrolera o también las cosas buenas, donde aseguran que es un tema de indignación por tanto sólo hay un punto de vista.

Durante la discusión también se plantea las formas de acción, pues una estudiante asegura que su indignación también se ve reflejada en que no puede hacer nada, a lo cual otra compañera le responde inmediatamente que si puede realizar algo, no simplemente las manifestaciones simbólicas sino que también se reflejen las acciones políticas en torno a la creación de leyes o políticas donde la comunidad exprese sus puntos de vista, lo que se concluye que debe ser una presión social, la conciencia y el accionar jurídico que pueden cambiar la forma de explotación petrolera.”¹³

13 Tomado de la relatoría de la fase reflexión

El fragmento suscitado anteriormente, refleja la participación de los estudiantes luego de que el primer grupo presentara el escrito, los compañeros participaron apoyando el trabajo realizado por el grupo y compartiendo la postura, aunque en el trascurrir de la discusión existieron estudiantes que no compartieron la postura de otro estudiante, eso no generaba irrespeto o agresiones verbales.

En general, el grupo de estudiantes con el cual se trabajó, es un grupo agradable pues les encanta trabajar conjuntamente, los grupos se arman fácilmente y no necesariamente son los mismos en todas las sesiones, les gusta compartir las ideas y ayudarse unos a otros, se resalta que es un grupo muy unido. Se resalta que trabajar en grupos permite un aprendizaje cooperativo en el cual permite que individualmente el estudiante se responsabilice de un rol, busque información que de aportes al grupo de trabajo, aporte estrategias de trabajo y enriquezca la formación y la seguridad personal [CITATION CON10 \l 9226]. Estas características mencionadas anteriormente se destacaron en los grupos de trabajo, pues existió una responsabilidad con el grupo y con el proyecto de colaborar uno con el otro, los estudiantes propusieron nuevas ideas de trabajo, incluso propusieron cómo podría ser la fase de reflexión con el fin de que muchas personas se enteraran de lo que sucedía con la problemática ambiental. Un aspecto que menciona Contreras (2010) en su artículo sobre la conformación de los grupos de trabajo

“los grupos deberán ser diseñados por el profesorado, ya que de esta manera, se conseguirá que el alumnado aproveche al máximo y tenga el mejor rendimiento posible de forma que se relacione con el alumnado de todo el aula y no solo con sus amigos habituales” CONTRERAS (2010)

De lo cual discreparamos, ya para el caso específico de la creación de este escenario los estudiantes fueron los que tomaron la iniciativa de armar los grupos, con una característica y es que no todos los grupos se mantuvieron en todas las sesiones, pues en cada sesión se organizaban nuevos grupos trabajo que decidían los estudiantes y aun así los resultados fueron los esperados, consideramos que en los momentos de socialización donde los grupos de trabajo comparten sus estrategias de solución, argumentan o difieren de los otros grupos, este momento es el que permite la interacción con toda el aula. Cabe aclarar que esta es una forma de trabajo [trabajo en grupo] que nos gusta en lo personal trabajar con los estudiantes, ya que le apostamos a la construcción del conocimiento de manera colectiva y a la forma de accionar en las sociedades, además que fue una de las metodologías trabajadas en la LEBEM que generó un respeto comprensivo por las ideas de los demás, además del proceso general de la comunicación que permitió la transmisión de ideas entre los y las estudiantes, a través de discusiones, debates, escritos, videos, presentaciones, entre otras, que lograron defender y argumentar ideas y presentar conclusiones sobre las mismas. .

Análisis para la cuarta categoría

4. Conclusiones y posturas de los estudiantes.

4.1 Los debates, las preguntas y las discusiones generaron un aula democratizadora donde los estudiantes se escuchan entre sí, se discute sin agredir y llegan a una conclusión final, a través de sus argumentos y sus posturas críticas sobre la situación planteada.

Como se ha mencionado en las categorías anteriores, los estudiantes siempre debatieron ideas tanto en grupos de trabajo como con el resto del salón de clases, situación que permitió que el aula se convirtiera en un espacio de intercambio de ideas, posturas y argumentos, y se utilizará

el proceso general de la comunicación, donde mediante las discusiones respetuosas los estudiantes defendieran o cambiaran sus posturas como en el caso del siguiente fragmento:

“Durante la discusión también se plantea las formas de acción, pues una estudiante asegura que su indignación también se ve reflejada en que no puede hacer nada, a lo cual otra compañera le responde inmediatamente que si puede realizar algo, no simplemente las manifestaciones simbólicas sino que también se reflejen las acciones políticas en torno a la creación de leyes o políticas donde la comunidad exprese sus puntos de vista, lo que se concluye que debe ser una presión social, la conciencia y el accionar jurídico que pueden cambiar la forma de explotación petrolera.”¹⁴

En este fragmento, se evidencia que una compañera expresa una idea que a otra compañera no le convence y argumenta el por qué no está de acuerdo y se llega a una conclusión final. Otras evidencias se enmarcan en la entrega de los proyectos finales [de los cuales en la primera categoría se hace un análisis a profundidad] donde cada grupo se destaca por la creatividad, la importancia de buscar comunicar la idea a sus compañeros, la búsqueda de información complementaria y colocar cierto nivel de criticidad sobre la problemática ambiental, dando paso al espacio de preguntas donde se cuestionaba o se compartían las ideas de los grupos expositores, ejemplo:

“Se generó el debate sobre la presentación del segundo grupo, donde se recató el interés que tuvieron porque otros conocieran esta problemática y que fuera de una manera rápida, ilustrativa y que genere conciencia. También se rescató el trabajo de investigación y el manejo de información para que todos la puedan entender. Los compañeros resaltan el trabajo realizado por el grupo.”¹⁵

¹⁴ Tomado de la relatoría de la fase reflexión

¹⁵ Tomado de la relatoría de la fase reflexión

“Se abre el espacio de discusión, en el cual, se resalta la afectación social que causa no simplemente el daño ambiental, sino que con ello trae los desplazamientos en las poblaciones cercanas a las multinacionales.”¹⁶

Estos fragmentos son tomados de la relatoría de la fase de reflexión, en el cual, los estudiantes opinan sobre las exposiciones de sus compañeros estando de acuerdo o no con respecto a las conclusiones que tenía el grupo expositor, en estos casos los compañeros resaltaban la importancia de los trabajos de sus compañeros. Se resalta que nunca hubo ningún tipo de agresión verbal contra los grupos expositores.

Los debates y las discusiones siempre se enmarcaron en un sólo eje y éste fue la problemática ambiental y cómo a través de la Educación Matemática se podía comprender dicha problemática, en las discusiones se escuchaban indignaciones y propuestas de los estudiantes como la creación del libro “Fracturando vida” para la lectura y comprensión de todos, la importancia de reconocer esta problemática en otras partes de Colombia como Choachí o la creación de una cartelera para informar a los compañeros de colegio, entre otras ideas. Estas características y otras mencionadas en las categorías anteriores conforman un aula democratizadora, en el cual el aula sea una microsociedad que retoma situaciones en las cuales se establece aspectos democráticos (Skovmose, 2012). Los cuales permite también la formación de estudiantes como seres críticos y activos dentro de la sociedad (VITHAL & VALERO, 2012), y los diferentes escenarios que la encarna. Para continuar se resalta las acciones que tuvieron los estudiantes, ya que permite visibilizar y hablar sobre el empoderamiento o alfabetización, el cual enmarca la importancia de entender las realidades y

16 Tomado de la relatoría de la fase reflexión

problemáticas del mundo en torno a lo social, político, económico, ambiental, entre muchos aspectos que contempla una sociedad.

Estas situaciones, pueden ser modeladas matemáticamente y analizadas a través de la Educación Matemática, generando una postura en los estudiantes, caso específico en que se sitúa la problemática ambiental de la extracción petrolera, se logra modelar y a partir de este trabajo surgen las conclusiones y posturas de los estudiantes que se evidencian en el trabajo final que presentaron y se debatieron.

Conclusiones

Durante el trabajo realizado con los estudiantes, se logró analizar y tomar decisiones con respecto a la extracción petrolera, puesto que en los resultados finales los grupos de trabajo propusieron diferentes maneras para concluir sus posturas y criterios con respecto de lo que se había trabajado durante las sesiones anteriores. Los grupos expresaron ideas de manera argumentada, que no sólo se limitaba a mencionar valores numéricos sino que interpretaron dichos valores y analizaron con respecto a la situación ambiental propuesta. Fue tal el empoderamiento de los estudiantes que un grupo no sólo se preocupó por explicar su trabajo a los compañeros del salón, sino que buscó la manera para comunicar lo sucedido durante el salón de clases a personas que no estuvieron durante las sesiones, esto lo realizaron a través de un propuesta de libro para que desde niños hasta adultos puedan comprender lo que sucede con la extracción petrolera en el país, lo cual nos permite decir, que la Educación Matemática y la Modelación Matemática logró comenzar a generar una conciencia y una formación democrática y crítica en los y las estudiantes para ser seres participativos y que cuestionen los hechos de una sociedad.

La creación del escenario, permitió que durante las sesiones de clase el estudiante fuera participe de su construcción de conocimiento, puesto que la motivación a pesar que no saliera de sus necesidades fue suficiente para involucrarse y participar de diversas maneras [debates, búsqueda de información, preguntas, inconformidades y demás] en su proceso de enseñanza-aprendizaje, en el cual se involucró situaciones problemas que en cierta medida nos atañe y cómo la Educación Matemática y la Modelación Matemática nos permiten comprender lo sucedido en las problemáticas sociales, ambientales y culturales que atraviesa Colombia, es

decir, romper la idea de que las matemáticas son sólo números, sino que ella nos permite comprender las realidades del mundo.

Durante el análisis de las categorías, se concluye que los estudiantes entendieron que no sólo las motivaciones surgen de acuerdo a las propias necesidades que tenga cada uno, sino que también las motivaciones pueden estar dadas por las necesidades de otros y que de algún modo se puede ayudar a quien se encuentra afectado. Motivar a los estudiantes requiere de la forma como los docentes presenten la problemática a tal punto de despertar intereses y a su vez iniciar a generar cambios en todos o algunos de los y las estudiantes. También se concluye que el papel de la Educación Matemática y de la Modelación Matemática contribuyó a que puedan comprender la información presentada en diversas fuentes y con ellas encontrar unos valores que luego puedan ser interpretados con la realidad.

El trabajo en grupo con los estudiantes fue impresionante, pues el sentido de madurez y responsabilidad que tomo cada uno en el grupo de trabajo, cada uno a su ritmo y nivel, le dio aportes y enriqueció el debate en el grupo y con todo el salón, la comunicación y el respeto comprensivo fue algo que se enmarcó durante todo el tiempo, lo que llevo a que todos los grupos presentaran su trabajo final y fuera debatido con sus compañeros.

Trabajar con la Educación Matemática Crítica, la Modelación Matemática Crítica, la Investigación Acción y la creación de escenarios, fue importante para nosotros puesto que nos sentimos recogidos en los autores que plantean estos temas, ya que nuestra perspectiva de vida y de formación ha sido crítica y sobre todo colectiva, en pensar por el otro, así que esto nos permitió enriquecer nuestro conocimiento y experiencia, y compartir con los y las estudiantes esta forma de trabajar con las matemáticas, ya que estas perspectivas involucran al estudiante

como un ser maduro y responsable de la construcción de su conocimiento y quien puede aportar con ideas el trabajo de las próximas actividades, pone al docente como un guiator de conocimiento y permite que tanto docentes como estudiantes construyan una postura crítica frente a la situación que se deseé trabajar.

Bibliografía

- ACATAMU Y ASOJUNTAS. (2014). *DECLARACIÓN PÚBLICA *¡¡¡ NO A LA EXPLOTACIÓN DE PETRÓLEO EN URIBE META. META.**
- ARAÚJO, J. D. (jul de 2009). Uma Abordagem Sócio-Crítica da Modelagem Matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. *ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 2(2), 55-68.
- AVELLANEDA, A. (S.F.). *PETROLEO E IMPACTO AMBIENTAL EN COLOMBIA* . Recuperado el 2015, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/41162/1/12208-31104-1-PB.pdf>
- Baena Jaramillo, M. P. (18 de ABRIL de 2015). *¿Punto final a la minería en páramos? EL ESPECTADOR* .
- Bassanezi, R. C., & Biembengut , S. M. (1997). Modelación matemática: Una antigua forma de investigación-un nuevo método de enseñanza. *NÚMEROS, revista de didáctica de las matemáticas*(32), 13-25.
- Blomhoj, M. (2009). DIFFERENT PERSPECTIVES IN RESEARCH ON THE TEACHING AND LEARNING MATHEMATICAL MODELLING -CATEGORIZING THE TSG21 PAPERS. *Mathematical applications and modelling in the teaching and learning of mathematics* , 1-17.

Bravo , E. (Mayo de 2007). *LOS IMPACTOS DE LA EXPLOTACIÓN PETROLERA EN ECOSISTEMAS TROPICALES Y LA BIODIVERSIDAD*. Recuperado el Septiembre de 2015, de
http://www.inredh.org/archivos/documentos_ambiental/impactos_explotacion_petrolera_esp.pdf

Centro de Investigación y Educación Popular / Programa por la Paz (CINEP/PPP) . (2012). *Informe Especial MINERÍA, CONFLICTOS SOCIALES Y VIOLACIÓN DE DERECHOS HUMANOS EN COLOMBIA* . Bogotá D.C : CINEP/ Programa por la paz.

Consejo superior de la Judicatura, Rama Judicial. . (1991). *Constitución Política de Colombia*. Recuperado el 2015, de
<https://www.ramajudicial.gov.co/documents/10228/1547471/CONSTITUCION-Interiores.pdf/8b580886-d987-4668-a7a8-53f026f0f3a2>

CONTRERAS, B. (2010). EL TRABAJO EN GRUPO DENTR DEL AULA. *INNOVACIÓN Y EXPERIENCIAS EDUCATIVAS*, 1-8.

Corporación Colectivo de Abogados Luis Carlos Pérez . (21 de Agosto de 2007). *INFORME SOBRE LA SITUACIÓN DE VIALACIÓN DE DERECHOS HUMANOS EN EL CATATUMBO CONTRA EL PUEBLO INDIGENA MOTILON BARI Y LOS CAMPESINOS*. Recuperado el Febrero de 2015, de "NUEVAS AMENAZAS: EXPLORACIÓN DE CARBON A CIELO ABIERTO, FUMIGACIONES, MILITARIZACIÓN": <http://www.asocbari.org/informes/informe.pdf>

Gonzalez, J. (02 de Abril de 2014). *EL 63% DE LOS CONFLICTOS AMBIENTALES DEL PAÍS SE ORIGINARON EN EL GOBIERNO DE URIBE.* Recuperado el 2015, de <http://radiomacondo.fm/2014/04/02/el-63-de-los-conflictos-ambientales-del-pais-se-originaron-en-el-gobierno-de-uribe-2/>

Herrera Durán, N. (3 de NOVIEMBRE de 2013). Eco de una pesadilla de petróleo. *EL ESPECTADOR.*

Heydrich, S., Parrot , J., Cervantes , I., Oropesa, O., Otiz, M., Sanchez, T., y otros. (30 de Septiembre de 2009). *Modelación del comportamiento ambiental de derrames de hidrocarburos en sitios.* Recuperado el 2015-2016, de http://www.inecc.gob.mx/descargas/sqre/2009_inf_modelacion_derrames_hidrocarburos.pdf

Humanidad vigente. (13 de Octubre de 2014). *Humanidad vigente.* Recuperado el 2015, de <http://www.humanidadvigente.net/territorios/huila/770-mapa-huila.html>

INGENET BITÁCORA. (26 de 09 de 2011). *Explotación petrolera mediante modelo matemático.* Recuperado el 2015-2016, de <http://bitacora.ingenet.com.mx/2011/09/explotacion-petrolera-mediante-modelo-matematico/>

Las 2 Orillas. (25 de Marzo de 2014). La sequía en Casanare se le atribuye a las compañías petroleras. *Las 2 Orillas.*

Martínez, D. M., Páez, O. P., & García, G. (2013). Modelación desde la perspectiva de la educación matemática crítica. Cuestiones relacionadas con la obsolescencia. *Revista Científica*, 288-292.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL . (1998). *Lineamientos curriculares de matemáticas* . Bogotá: Magisterio .

Ministerio de Minas y Energías. (2010-2011). *Regalías*. Recuperado el Septiembre de 2015, de Regalías: <http://www.minminas.gov.co/documents/10180/23400/02-REGALIAS2010-2011.pdf/e0e8f100-45f8-4792-9568-204a5981fd52>

Portafolio.co. (1 de Julio de 2011). *Colombia ya produce 930.569 barriles de petróleo al día*. Recuperado el 2015, de <http://www.portafolio.co/economia/colombia-ya-produce-930569-barriles-petroleo-al-dia>

Rodríguez García, S., Herráiz Domingo, N., Prieto de la Higuera , M., Martínez Solla, M., Picazo Zabala, M., Castro Peláez, I., y otros. (2010-2011). *Investigación Acción*.

Rodríguez Torres , M. C. (2012). *Eduación y Pobreza, Un Análisis De Eficiencia Relativa Departamental* . Recuperado el 2015, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/6810/1/407563.2012.pdf>

Rojas, A. (Julio de 2006). *INTEGRACIÓN DE LOS CONTENIDOS MATEMÁTICOS EN LOS PROYECTOS PEDAGÓGICOS DE AULA*. Recuperado el 2015-2016, de http://tesis.luz.edu.ve/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=490

Rudas , G., & Espitia , J. (2013). La paradoja de la minería y el desarrollo. Análisis departamental y municipal para el caso de Colombia. En S. Morelli , L. Garay , G.

- Rudas , J. Espitia , J. Mena, L. Pardo , y otros, *Minería en Colombia. Institucionalidad y territorio, paradojas y conflictos* (págs. 27-84). Contraloría General de la República.
- Salazar Amaya, C., González Barbosa, M. R., García Oliveros, G., Franco Ávila, M. Á., & Salazar Heredia, D. (2010). PROFESORES EN BÚSQUEDA DEL SENTIDO: UNA EXPERIENCIA DE TRABAJO POR ESCENARIOS DE APRENDIZAJE. *IX ENCUENTRO NACIONAL DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA Y ESTADÍSTICA-ENEMES*, 140-145.
- Silva, C., & Akemi, L. (2012). Quais Elementos Caracterizam uma Atividade de Modelagem Matemática na Perspectiva Sociocrítica? *BOLEMA*, 817-838.
- Silva, C., Akemi, L., & Cabral , I. (2012). A PERSPECTIVA SOCIOCRÍTICA DA MODELAGEM MATEMÁTICA E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA: POSSÍVEIS APROXIMAÇÕES (The sociocritical perspective of mathematical modeling and the critical meaningful learning: possible approaches) . *Investigações em Ensino de Ciências*, 109-123.
- Skovmose, O. (2012). ALFABETISMO MATEMÁTICO Y GLOBALIZACIÓN. En P. Valero , & O. Skovmose , *Educación matemática crítica. Una visión sociopolitica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas* (págs. 65-105). Bogotá: Una Empresa Docente.
- Skovmose, O. (2012). Escenarios de Investigación. En P. Valero, & O. Skovmose, *Educación Matemática Crítica. Una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas* (págs. 109-130). Bogotá: Una Empresa Docente.

Tremblay-Pepin , S., & Hébert, G. (2013 de FEBRERO de 2013). *OBSERVATORIO DE CONFLICTOS MINEROS DE AMÉRICA LATINA*. Recuperado el 20 de JULIO de 2015, de ¿QUÉ ES EXTRACTIVISMO?: <http://www.conflictosmineros.net/contenidos/18-internacional/12097-i que-es-extractivismo>

Valero, P. (25 de Marzo de 2007). *Investigación socio-política en educación matemática: Raíces tendencias y perspectivas*. Recuperado el 2015, de http://vbn.aau.dk/files/57368988/Granada_notas.pdf

Vidal Raméntol, S. (2010). La comunicación en la didáctica de las Matemáticas. *Revista de Comunicación Vivat Academia n° 112.*

VITHAL, R., & VALERO, P. (2012). LA INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA EN SITUACIONES DE CONFLICTO SOCIAL Y POLÍTICO. En P. Valero, & O. Skovmose, *Educación matemática crítica. Una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas* (págs. 217-268). Bogotá: Una Empresa Docente.

Anexos

Anexo 1. Guía del estudiante fase de sensibilización

Guía del estudiante

Nombre: _____ Fecha: _____ Grado: _____

Responde las siguientes preguntas de acuerdo al video presentado anteriormente.

1. ¿Qué es lo primero que pasa por tu cabeza, luego de ver el video?
2. ¿Consideras que ésta problemática te afecta?
3. ¿Cuáles problemáticas consideras que se pueden trabajar de acuerdo al video expuesto?
4. ¿Cómo consideras que la Educación Matemática se encuentra involucrada en la problemática ambiental presentada anteriormente?
5. En el video se menciona que el desarrollo humano y el desarrollo económico no pueden ir separados, ¿cuál es la opinión que tienes al respecto?

Escribe cuáles fueron las modificaciones que realizaste a cada pregunta de acuerdo al debate presentado en tu grupo de trabajo.

Anexo 2. Guía del estudiante fase de desarrollo. Actividad 1.

Guía del estudiante

Nombre: _____ Grado: _____

A continuación se encuentra la información sobre el valor en dólares por cada barril de petróleo que se produce y la segunda tabla muestra el porcentaje que aporta Ecopetrol al Producto Interno Bruto (PIB), además se encuentra unos datos sobre la producción de petróleo en Colombia.

Precios	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Crudo WTI (US\$/Barril)	77	80	80	84	84	86	86	88	88	90	90
Carbón FOB (US\$/Ton)	83	81	82	82	83	83	83	83	83	83	83
Níquel (US\$/lb)	8	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6
Oro (US\$/Onza)	1.150	1.150	1.200	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250

Fuente: Ministerio de Minas, DGPM – Ministerio de Hacienda y Crédito Público y DNP, con base en publicaciones internacionales especializadas.

* Estas proyecciones están sujetas a amplios márgenes de error.

- ✓ Cantidad de barriles producidos diariamente en los pozos petroleros. De acuerdo a los reportes establecidos en Portafolio.co la página web que maneja los índices de economía del país, se establece que: “Colombia produce 930.569 barriles de petróleo al día” [CITATION Por11 \l 9226]
- ✓ Porcentaje que aporta las regalías de la extracción petrolera al Producto Interno Bruto (PIB) de Colombia

Año	Ingresos provenientes de Ecopetrol 1/		Impuesto de renta pagado por el resto del sector minero		Ingresos totales provenientes del sector minero	
	Miles de millones de pesos corrientes	% PIB	Miles de millones de pesos corrientes	% PIB	Miles de millones de pesos corrientes	% PIB
2009*	11.778	2,3%	3.150	0,6%	14.928	3,0%
2010*	4.010	0,7%	1.600	0,3%	5.610	1,0%
2011*	7.500	1,3%	1.800	0,3%	9.300	1,6%
2010*	9.000	1,5%	2.400	0,4%	11.400	1,9%
2013*	9.900	1,5%	2.600	0,4%	12.500	1,9%
2014*	11.900	1,7%	2.700	0,4%	14.600	2,1%
2015*	12.200	1,6%	2.700	0,4%	14.900	2,0%
2016*	14.200	1,8%	3.000	0,4%	17.200	2,1%
2017*	14.800	1,7%	3.300	0,4%	18.100	2,1%
2018*	16.200	1,7%	3.900	0,4%	20.100	2,2%
2019*	17.100	1,7%	4.400	0,4%	21.500	2,1%
2020*	18.600	1,7%	4.300	0,4%	22.900	2,1%
2021*	19.000	1,6%	4.000	0,3%	23.000	2,0%

Fuente: DGPM-MHCP. **Cifras sujetas a revisión. *Proyecciones sujetas a amplio margen de incertidumbre.
1/ Incluyen los dividendos de Ecopetrol que recibe la Nación, asumiendo que se distribuye el 70%, así como el impuesto de renta pagado por dicha empresa.

- a) Con la información suministrada, determina la cantidad de dinero que se recibe por la producción diaria, mensual y anual de petróleo.
- b) De acuerdo a lo realizado en ítem anterior y la segunda tabla sobre los porcentajes determina el aporte que realiza la producción petrolera al PIB.
- c) En un párrafo argumenta: ¿Qué puedes concluir de las repuestas a los ítems anteriores?

Anexo 3. Guía del estudiante fase de desarrollo. Actividad 2.**Guía del estudiante**

Nombre: _____ Grado: _____

Con la siguiente información, realiza la relación necesaria para determinar la cantidad de agua utilizada para la producción de petróleo.

“Se calcula que para extraer un galón de petróleo se necesitan 10 galones de agua y que para refinar un galón de petróleo se necesitan 7000 mil litros del preciado líquido.” [CITATION Las14 \l 9226]

- ✓ Cantidad de barriles producidos diariamente en los pozos petroleros. De acuerdo a los reportes establecidos en Portafolio.co la página web que maneja los índices de economía del país, se establece que: “Colombia produce 930.569 barriles de petróleo al día” [CITATION Por11 \l 9226]

Responde:

- a) De acuerdo a lo obtenido anteriormente para la cantidad de agua utilizada para la producción de petróleo, ¿te puedes imaginar esta cantidad de agua, con qué la puedes comparar? ¿Qué puedes concluir y qué sensación te deja ésta situación, argumenta tu respuesta?

Anexo 4. Relatorías y resultados

Caracterización de los estudiantes

Es un grupo de estudiantes que se caracteriza por el compromiso con la clase y el trabajo que se ponga, tienen un nivel de análisis frente a las preguntas y debates que se generen, durante las discusiones participan activamente y escuchan la palabra de los demás, les gusta la lectura.

Relatoría etapa de sensibilización

Fecha: 22 de Octubre de 2015, Hora: 4:15pm a 5:45pm Grado: Décimo, Docentes: Jacobo Amado y Alejandra Chaparro.

Durante la primera sesión de trabajo con los estudiantes, se realizó una conversación sobre las motivaciones que tenían cada estudiante y cuáles eran las posibilidades de realizarla. Durante esta conversación salieron ideas frente a las problemáticas sociales actuales en Colombia como: la desigualdad social, vulneración de los derechos, conflicto armado colombiano, desigualdad de recursos económicos, violencia de las mujeres; sin embargo no se había llegado a la problemática ambiental, así que los docentes intervienen con respecto a que es lo que conforma una sociedad y la convivencia que hay en ella, si simplemente los humanos hacemos parte de ella o qué otros factores influyen. En la intervención de los estudiantes, una estudiante contestó que los animales específicamente los gatos y perros hacen parte de la ciudad y que existe un problema sobre el maltrato animal en Bogotá. Otro estudiante contestó sobre el problema de las corridas de toros y la violencia que se genera en ellos, además de los intereses económicos que hay para abrir la plaza de toros de Bogotá.

Luego, los docentes preguntaron si a nivel nacional existía una problemática en torno a los animales, a lo cual responde la misma estudiante que el maltrato de los perros y gatos era a

nivel mundial. Entonces los docentes preguntan si conocían las noticias que habían pasado hace algunos meses en diferentes medios de comunicación sobre la sequía de ríos en algunos municipios del país, a lo cual la mayoría de los estudiantes afirmó que tenían conocimiento, un estudiante comentó sobre lo terrible de las imágenes de los animales muertos, entonces los docentes afirmaron que era una problemática ambiental, entonces se realizó énfasis con la problemática ambiental del país y para ello se presentó el video propuesto para ésta sesión.

Durante el video se observó que algunos estudiantes tomaron nota para luego debatirla con los compañeros, otros estudiantes no tomaron nota pero estuvieron atentos, mientras que pocos estudiantes se distrajeron con facilidad.

Luego de ver el video, los estudiantes empiezan a participar con las diferentes inquietudes y preguntas que surgieron durante la observación del video. La primera intervención la realiza una estudiante [quien tomó apuntes durante todo el video] expresando la diferencia que hay entre la cultura urbana y la cultura que se presentan en los campesinos, es decir, la necesidad o la lucha que se plantea en el video sobre el agua, la tierra, el medio ambiente a diferencia de las personas que habitan en la ciudad estos factores no son pensados como herramientas para sobrevivir en la cotidianidad, simplemente porque llegan fácilmente a la mayoría de los hogares con sólo abrir la llave de agua. A su vez resaltó lo dicho por un campesino, donde asegura que los campesinos han dejado a un lado su sombrero, poncho y alpargatas para darle paso a una nueva vida que le ofrece las multinacionales. A lo cual la estudiante dice que es triste ver cómo deben cambiar la vida en todos los aspectos. Durante esta intervención una compañera asegura que todos los problemas de la humanidad desencarnan en un hecho de doble moral y es que si no les afecta directamente no habría ningún momento de protestas pero si le pasa a los demás y no me afecta directamente no hay porque ayudar.

La segunda intervención realizada por un estudiante se basó en el agua contaminada y la muerte de los animales, dice que los ríos cuando se lleguen a contaminar ya no se pueden usar para bañarnos.

La tercera intervención, una estudiante se basó en los cultivos de los campesinos y los tipos de cultivos que realizan, dice que el agua es necesaria para regarlos y si se está contaminado el agua, el riego de los cultivos se contaminan y se pierde la comida que alimenta a los campesinos pero que también alimenta a las diferentes personas.

La cuarta intervención la realiza una estudiante nuevamente y tiene la duda con respecto a si el video es un documental o cómo se puede clasificar el video, a lo cual una compañera él contesta que obviamente no era un documental porque no se mostraba la otra cara de la problemática, sino que sólo había un punto de vista; además el profesor añadió que este video era una denuncia realizada por los mismo campesinos y campesinas como un medio alternativo a lo que muestran los medios de comunicación sobre la problemática y donde los campesinos desean mostrar las consecuencias que están viviendo. La reacción de los estudiantes fue que a pesar de que el video estuviese sesgado hacia la vivencia de los campesinos y campesinas; les asombraba que el video lo hubiesen realizado ellos con gran naturalidad.

En un segundo momento se les entregó a los estudiantes las hojas guías para que respondieran las preguntas planteadas, se realizó en parejas. Durante este momento los estudiantes participaron activamente y discutían en los grupos.

Al finalizar la sesión los estudiantes compartieron algunas respuestas, donde aseguraban que no les afectaba de manera directa, otros afirmaron que se puede trabajar matemáticamente con datos estadísticos y con respecto a la economía, es decir gastos o ganancias.

Resultados sesión sensibilización

1. Para la pregunta número uno: ¿Qué es lo primero que pasa por tu cabeza, luego de ver el video?

La totalidad de los estudiantes asegura que presenta indignación, impotencia, interrogantes con respecto a si realmente es un verdadero desarrollo humano, los humanos están acabando con el medio ambiente, no hay un pensamiento colectivo sino individual y “las empresas les importa el dinero por encima de cualquier cosa”, los humanos son los que están acabando los recursos naturales y vulneran los derechos por encima de cualquier cosa. Como se evidencia en las siguientes imágenes.

Solución.

1) Por nuestra cabecera no solo pasa un pensamiento, surgen varios interrogantes a las que llegamos a partir de unos puntos en específico como: si es realmente desarrollo o no, las afecciones directas e indirectas, el desarrollo económico, humano y sostenible. Y todo lo que implica esta problemática.

→ Que en estos tiempos a la mayoría de empresas, si no a todas, se les importa la plata, pasando por encima de cualquier cosa.

debate presentado en tu grupo de trabajo.

1. Alguno para este grupo por qué hay una problemática difícil. Que los campesinos campesinas viven su vida a día a día en dicha situación que los consumen que nosotros ignoramos el porque y seguimos con normalidad nuestras actividades.

2. Permanecemos que vulneran derechos primarios con excusa de un "desarrollo" que no abastecen las necesidades comunitarias vivencias en la burbuja propia y no paramos para ayudarlos los unos a los otros.

Ilustración 16 Conclusiones grupales e individuales de los estudiantes para las preguntas y debates planteados.

Con respecto a la segunda pregunta:

2. ¿Consideras que ésta problemática te afecta?

Cinco grupos opinan que no les afecta de una manera directa, ya que se encuentran viviendo en la ciudad y tienen condiciones diferentes a la de los campesinos o los habitantes que tienen mayor contacto con las multinacionales, pero son conscientes de que el daño lo están sufriendo otras personas diferentes a ellos.

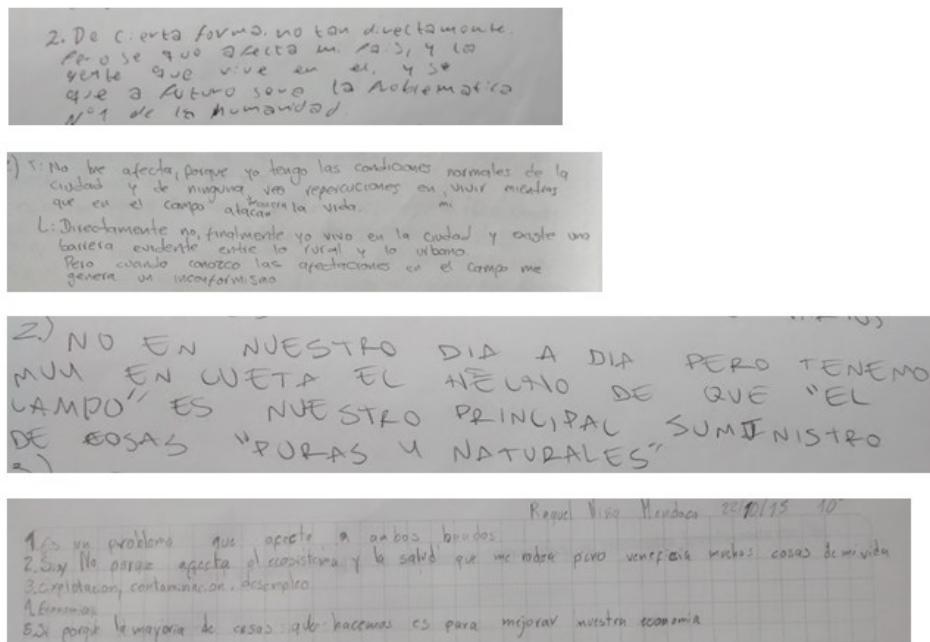


Ilustración 17 Conclusiones de los estudiantes. Evidencia de las relatorías. Anexo 4.

Cinco grupos aseguran que si se ven afectados por el grado de contaminación, la pérdida de recursos naturales lo que lleva a que se va a acabar el mundo que habitamos, la contaminación del agua y la pérdida de agua potable, el desplazamiento de las comunidades, entre otras.

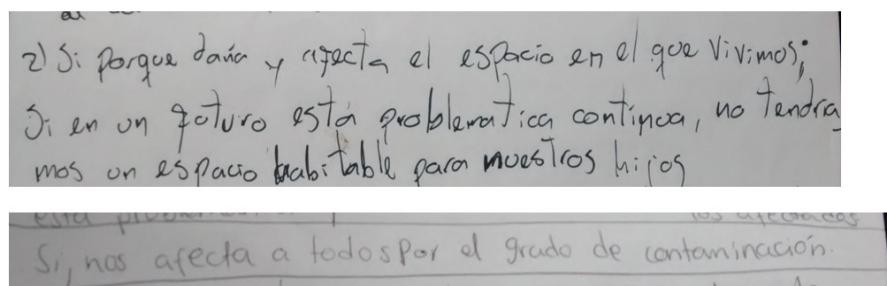


Ilustración 18 Conclusiones de los estudiantes. Evidencia de las relatorías. Anexo 4.

Un grupo no se puede analizar ya que no se entiende la respuesta que dan a la pregunta planteada.

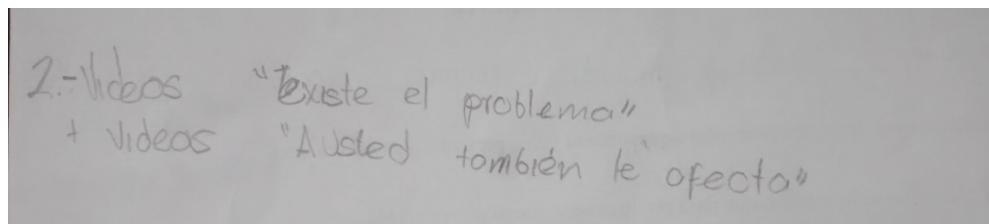


Ilustración 19 Respuesta de un grupo de estudiantes. Evidencia de las relatorías. Anexo 4

Tabla 4. Resultados de fase de sensibilización, segunda pregunta.

		No se entiende la respuesta
No afecta	Si afecta	
5	5	1

Segunda pregunta

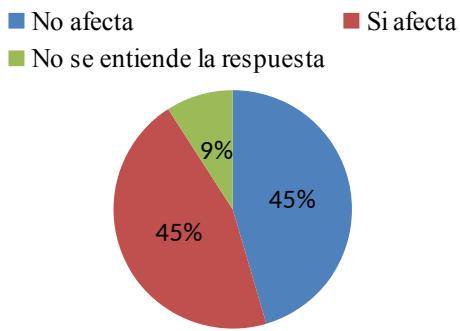


Ilustración 20 Resultados de fase de sensibilización. Anexo 4.

Donde, un 10% de los grupos de trabajo no se puede analizar su pregunta ya que no se entiende la respuesta dada. Existe una igualdad en términos de la cantidad de grupos en los que aseguran que si se sienten afectados con los que no se sienten afectados.

3. ¿Cuáles problemáticas consideras que se pueden trabajar de acuerdo al video expuesto?

Diez grupos (91%) están de acuerdo que se pueden trabajar problemáticas como: contaminación ambiental, desplazamiento, problemas sociales, explotación de recursos, contaminación de agua, vulnerabilidad de derechos, desigualdad, economía, salud, biodiversidad, maltrato animal y desempleo.

Un grupo (9%) no contestó la pregunta planteada.

Tabla 5. Resultados fase de sensibilización, tercera pregunta.

No contestó	contestó
1	10

Tercera pregunta

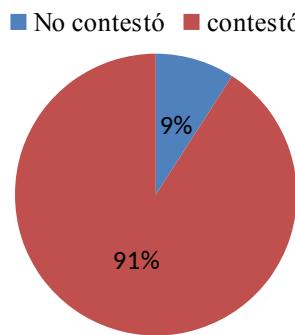


Ilustración 21 Resultados fase de sensibilización, tercera pregunta. Anexo 4

Cuarta pregunta

4. ¿Cómo consideras que la Educación Matemática se encuentra involucrada en la problemática ambiental mencionada anteriormente?

Los once grupos afirman que se encuentra en la estadística y los porcentajes históricos que se puedan encontrar de la variación de la problemática y en la economía con respecto a dinero.

4) En la estadística, por ejemplo podemos decir que en el año 1993 tal río tenía cierto nivel de contaminación a comparación del 2013, entonces el nivel subió un x %.

4) Estadísticas | estadísticas de los problemas; cantidad de contaminación etc.

4) En el aspecto económico.

3. Explotación, etc
4. Economía,

A.) ESTA DISCUSIÓN DE LA SITUACIÓN

Ilustración 22 Respuesta de los estudiantes. Evidencia de las relatorías. Anexo 4

Cabe aclarar que un grupo señala que la matemática y los datos matemáticos fortalecen el convencimiento de lo que está sucediendo.

4. Los porcentajes, la estadística, los datos matemáticos apoyan a un mayor convencimiento.

Ilustración 23 Respuesta de un grupo de estudiantes. Evidencia de las relatorías. Anexo 4

Por último, en la pregunta cinco

5. En el video se menciona que el desarrollo humano y el desarrollo económico no pueden ir separados, ¿Cuál es tu opinión al respecto?

Se encontró que:

La totalidad de grupos de trabajo afirman que si deben ir de la mano pero que se deben generar garantías para que el beneficio económico no quede en unos pocos sino que sea para toda la comunidad, donde el desarrollo económico no pase por encima del humano.

5.- Que es verdad porque solamente la plata no importa. ¿Qué vamos a hacer cuando el agua o los árboles desaparezcan? La plata no nos va a servir para un carajo. Y sin eso, no podríamos vivir. Creo que el desarrollo económico es importante sin pasar por encima de las cosas.

o) Esto se puede modificar en cuanto al término, se podría hablar de un desarrollo sostenible en el que se respetan los derechos humanos fundamentales.

L: Totalmente de acuerdo, finalmente la economía va hacia el pueblo y si no pensamos en un bienestar humano general entenderímos que la economía no irá hacia el desarrollo común si no al bienestar de unos pocos

Ilustración 24 Conclusiones de los estudiantes. Evidencia de las relatorías. Anexo 4

Relatoría etapa de desarrollo actividad 1.

Fecha: 26 de Octubre de 2015, Hora: 4:15pm a 5:45pm Grado: Décimo, Docentes: Jacobo Amado y Alejandra Chaparro.

Se inicia la sesión asegurándoles a los estudiantes que la actividad fue planeada de acuerdo a las respuestas que en su gran mayoría expresaron los estudiantes, ya que muchos en sus respuestas de la etapa de sensibilización, aseguraron que en la parte económica se reflejaba la Educación Matemática.

Se entregaron las hojas a los estudiantes y al igual que la sesión anterior trabajaron en grupos.

Lo primero que realizaron los estudiantes fue realizar la lectura de la hoja y de los datos que ofrecían las tablas, algunos estudiantes tenían preguntas sobre la lectura de las tablas como:

¿Dónde se ubica el petróleo? Se respondió que era la fila denominada: “crudo”, ¿Qué significa el PIB? Se generó una participación donde algunos estudiantes quisieron responder la pregunta, una estudiante responde que es la producción que tiene un país, un estudiante complementa diciendo que también es la materia prima de un país; a lo cual, para construir un solo concepto, el profesor les explicó que el PIB son todos las producciones, servicios, propiedades, bienes y demás que produce un país y que generalmente se mide anualmente.

Los estudiantes en su gran mayoría empezaron a tomar los datos del 2015, entonces la decisión de los profesores fue designarle a cada grupo un año en específico para que en el momento de la sociabilización se pudiera observar las variaciones.

Algunos estudiantes tuvieron inconvenientes para poder plantear las situaciones de manera diaria, mensual y anual. Entonces se recurrió a la explicación con otro problema que tuviera las mismas características.

Luego de una hora y donde los estudiantes obtienen los dineros en dólares, se realiza un espacio para que los estudiantes compartan las ideas de cuáles fueron sus caminos de solución, en general los estudiantes tomaron de la primera tabla y de acuerdo el año el valor por barril, lo multiplicaron con la producción diaria de petróleo en Colombia y determinaron el valor diario, luego lo realizaron de manera mensual y anual.

En ese momento, los estudiantes aseguraron que era un valor muy elevado lo que dejaba la producción del petróleo, además que no lo habían pasado a pesos Colombianos y si lo hacían el valor iba a elevarse. Una estudiante planteó que era mucho dinero que dejaba la producción petrolera y lo que más le llamaba la atención era que el porcentaje que se le destina al PIB es muy bajo, que si se lograba cambiar esto probablemente se mejorarían muchas problemáticas

sociales. Otro estudiante aseguró que la actividad petrolera es la más productiva del mundo y que deja muy buenas ganancias en los bolsillos de muchos, a lo cual una estudiante le contestó a costa de qué y otro estudiante contestó pues a costa de lo que vimos en el video. Otro estudiante aseguró que la actividad petrolera es la más productiva del mundo, puesto que muchos productos como la gasolina son utilizados diariamente en las personas y se ha vuelto casi indispensable, lo que conlleva a dejar ganancias, lo cual dejaba varias preguntas de reflexión sobre: ¿los recursos que llegan a la población? ¿La inversión del dinero que ganan las multinacionales que producen petróleo? y ¿la cantidad de dinero si cubre con los daños causados en el ambiente?

Resultados etapa de desarrollo actividad 1.

Los estudiantes plantean una regla de tres para determinar los valores diarios, mensuales y anuales de la producción de petróleo, los resultados varían de acuerdo al año que se le asignó al grupo de trabajo.

Ilustración 14 Procedimientos realizados por algunos estudiantes para encontrar el valor deseado.

Luego de realizar los cálculos necesarios, los grupos de trabajo plasmaron sus párrafos de conclusión con respecto a: los dineros que ganan las industrias petroleras no se ven reflejados en el país. Realizan una reflexión sobre la gigantesca cantidad de dinero que se produce y el

cuestionamiento es hacia donde queda dirigido el dinero. Además aseguran que el porcentaje de aporte de la explotación petrolera al PIB de Colombia es muy bajo y que menos recursos llegan a las comunidades.

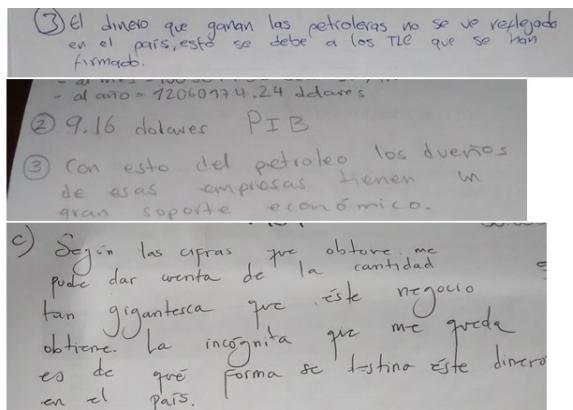


Ilustración 15 Conclusiones de algunos grupos de trabajo de acuerdo a los valores encontrados.

Relatoría etapa de desarrollo actividad 2.

Fecha: 29 de Octubre de 2015, Hora: 4:15pm a 5:45pm Grado: Décimo, Docentes: Jacobo Amado y Alejandra Chaparro.

Para la actividad 2, se les planteó a los estudiantes el desarrollo económico versus el desarrollo humano, en el cual se iba a tener en cuenta el agua como el recurso importante para la vida de toda especie que habita la tierra, con el fin de ligar las tres sesiones anteriores y llamar la atención de los estudiantes.

Se les entrega las hojas y los estudiantes realizan lectura de la información planteada, los estudiantes lo primero que plantean es cuántos litros tiene un galón y cuántos litros tiene un barril, en respuesta a esto los estudiantes que tenían acceso a internet con los celulares

investigaron, sin embargo los profesores tenían los datos por si los estudiantes no lo encontraban.

Los datos se plasmaron en el tablero para que estuviesen a la mano de los estudiantes. Los profesores pudieron evidenciar que el mayor obstáculo de los estudiantes fue hacer la lectura de la información realizando los cambios de unidad, para mitigar esta situación algunos estudiantes tacharon en la hoja y colocaron los datos para que la lectura se facilitara.

Luego de un largo tiempo los estudiantes no encontraban la forma para determinar la cantidad de agua, así que un estudiante preguntó si se podía plantear una regla de tres pero que no entendía cómo resolverla, así que el estudiante escribió lo que creía y le preguntó al profesor como resolverla, el profesor planteándole diferentes preguntas permitió que el estudiante se diera cuenta de la forma para resolverlo. El estudiante compartió la solución con su grupo de trabajo y poco a poco los grupos se dieron cuenta de cómo se planteaba. El profesor habló para todos asegurándoles que en otras asignaturas los había visto plantear gran variedad de regla de tres simples y compuestas, pero los estudiantes en medio de risas por lo que el profesor les había dicho pero con un tono de seriedad asegurar que el contexto en el que le habíamos planteado la regla de tres jamás lo habían visto y que tampoco se les ocurría plantearlo. Con la respuesta de los estudiantes nos permitimos asegurar que es importante en la Educación Matemática plantear el contexto, porque más allá de solicitar unos cálculos, la respuesta es lo que nos permite realizar conclusiones.

Cada vez que los estudiantes iban encontrando la respuesta y su número de litros tan elevado, se sorprendían cada vez más, algunos comentaban entre sus compañeros que gastaban 20 minutos bañándose y que era mucha agua pero que no se comparaba con la cantidad de agua

que se requiere para la producción de petróleo, entre risas le decían a sus compañeros que iban a bañarse menos tiempo, puesto que no aguantaba gastar tanta agua en petróleo más el agua de la ducha. Otra reacción fue la de una estudiante comentando la necesidad de crear proyectos o desde la casa recoger el agua lluvia para diferentes actividades, un estudiante le replica que esa agua no se puede usar para el consumo por el tema del ciclo del agua, a lo cual le contesta la compañera en tono de ironía que no es para eso que se puede usar para bajar el agua de los baños.

Estas reacciones en tipo de comentarios entre compañeros nos permiten evidenciar que hay un nivel de sensibilización por parte de los estudiantes entorno a la cantidad de agua que es utilizada en la producción de petróleo y a sabiendas de que no se puede acabar con esta producción si se pueden tomar medidas desde cada individuo.

Por último, para imaginarse la cantidad de agua los estudiantes no entendían como plantearlo, así que el profesor les planteo la comparación con el caudal de un río o la cantidad de agua que hay en la represa del Chingaza, pero muchos estudiantes no tenían relación con ello; así que un grupo de estudiantes planteo que se comparara con la cantidad de agua que hay en una piscina, pero otro compañero dijo que habían piscinas diferentes, entonces una estudiante contesto que con una piscina olímpica, con lo que todos estuvimos de acuerdo. Así que el siguiente paso fue investigar la cantidad de litros que tiene una piscina olímpica, luego de ello los estudiantes encontraron la misma cantidad y realizaron la comparación.

Resultados etapa de desarrollo actividad 2.

Los grupos de trabajo plantean los cambios de unidad necesaria para determinar los valores que se solicitan. Recurren a reglas de tres como estrategia de solución. Además los estudiantes

proponen comparar la cantidad de agua utilizada con respecto a la cantidad de agua en litros que tiene una piscina olímpica (2'500.000 litros de agua).

The first photograph shows a student's work with various conversion factors and calculations:

1 galón = 3.78 litros	1 Barril = 159.600 litros
1 Barril = 42 galones	1 Barril = 3.78 litros
147.950.835 · 2.000	109.600 · 1.624.458 litros
3.78	241.000.000.000.000.000 litros

The second photograph shows another student's work with similar conversion factors and calculations:

1 galón = 3.78 litros	1 Barril = 159.600 litros
1 Barril = 42 galones	1 Barril = 3.78 litros
147.950.835 · 2.000	273.444.000.000.000.000 litros
3.78	= 109.600 piscinas olímpicas

The third photograph shows a student's work with handwritten notes:

PISTOLA OLÍMPICA 2.500.000
GALO N: 3.78 LITROS
BARRIL: 159 LITROS
PETROLEO AL DIA: 030.569.

 $\frac{147.950.835 \cdot 2.000}{3.78} = 273.444.$
 ↑ 65 TROS

Ilustración 25 Procedimientos realizados por los estudiantes para encontrar el valor. Evidencia de las relatorías. Anexo 4.

Relatoría etapa de reflexión.

Fecha: 5 de Noviembre de 2015, Hora: 4:15pm a 5:20pm Grado: Décimo, Docentes: Jacobo Amado y Alejandra Chaparro.

En esta sesión, se realizaron comentarios generales sobre el trabajo realizado las sesiones anteriores. Los estudiantes contestaron que había sido un trabajo productivo y que habían aprendido diferentes situaciones, además de que no terminaban de asimilar la cantidad de agua que se gasta en la producción petrolera.

El profesor les pregunta que si esas conclusiones podían salir del salón o si se quedaban en él, algunos estudiantes propusieron que se podían realizar carteles que especifiquen lo realizado

en la clase para que los compañeros se enterarán, otros no estuvieron de acuerdo con los carteles prefirieron hacer un escrito y así empezaron a surgir ideas y se fueron conformando los grupos.

Entonces surgieron dos grupos que van a realizar carteles, dos grupos que van a realizar maquetas, un grupo que realizará un escrito, un grupo que va a realizar un video y un grupo que no definió que iba a realizar pero que iba a ser una sorpresa. Los profesores fueron enfáticos en que en esos proyectos se evidenciará una postura como conclusión grupal del proyecto sobre el medio ambiente.

Fecha: 12 de Noviembre de 2015, Hora: 4:15pm a 5:50pm Grado: Décimo, Docentes: Jacobo Amado y Alejandra Chaparro.

Resultados: Entrega de los trabajos finales.

En el primer momento el profesor realiza comentarios generales sobre la terminación del año escolar, con respecto a los aprendizajes mutuos que se realizaron durante todas las sesiones, además de aquellas personas que debían quedarse la otra semana a la recuperación.

Como segundo momento se hace la introducción a la socialización de los trabajos finales, se les pide a los estudiantes que escuchen a los compañeros.

El primer grupo (tres estudiantes) pasa a realizar la socialización de su trabajo, afirmar que realizaron un escrito donde plasmaron la indignación de acuerdo a los resultados que se obtuvieron en las sesiones anteriores, donde aseguran que ponen su posición sobre la cantidad de recursos que sale y entra de la explotación petrolera y ese recurso no se ve reflejado en la sociedad en la que está afectando directa o indirectamente la explotación de recursos, ponen

como ejemplo el caso de algunas petroleras venezolanas, las cuales construyen mínimamente una escuela y no arrasan con ella; el grupo desea colocar su punto de debate con el salón frente a reflexionar sobre los dineros que no se destinan a la comunidad directamente sino a causas como la teletón, simplemente para disminuir impuestos y peor aún teletón no destina los recursos a todos los niños que presentan discapacidades.

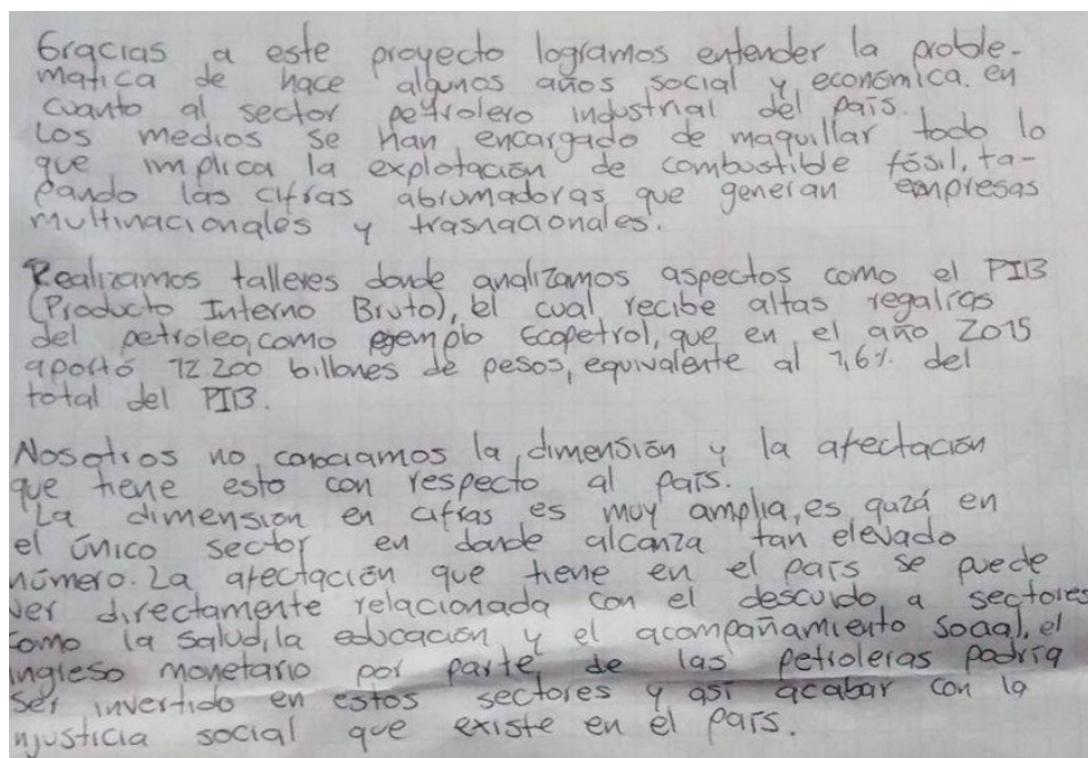


Ilustración 5 Escrito realizado por un grupo de estudiantes.

El profesor pregunta al grupo si hay preguntas, aportes, inquietudes o discrepancias con el escrito realizado por los compañeros, donde una estudiante participa diciendo que está de acuerdo con que los recursos no se ven, donde los grandes dineros que genera la explotación petrolera no se ven reflejados en las comunidades que son directamente afectadas. Otra compañera opina si sólo se están fijando aquellas consecuencias malas que producen la

explotación petrolera o también las cosas buenas, donde aseguran que es un tema de indignación por tanto sólo hay un punto de vista.

Durante la discusión también se plantea las formas de acción, pues una estudiante asegura que su indignación también se ve reflejada en que no puede hacer nada, a lo cual otra compañera le responde inmediatamente que si puede realizar algo, no simplemente las manifestaciones simbólicas sino que también se reflejen las acciones políticas en torno a la creación de leyes o políticas donde la comunidad exprese sus puntos de vista, lo que se concluye que debe ser una presión social, la conciencia y el accionar jurídico que pueden cambiar la forma de explotación petrolera.

El segundo grupo [conformado por cuatro estudiantes] presenta su libro final donde se muestra el trabajo que realizaron durante las sesiones y las indagaciones o búsquedas de información que realizaron extra clase, este libro está pensado para todos incluidos los niños, ya que traen imágenes y está escrito de la manera más sintética y entendible para todos, este grupo le apostó a la creación de un libro llamado “Fracturando vida” y tiene como propósito generar conciencia con respecto a la pérdida de agua cuando se realiza la extracción petrolera, cuestionar las acciones individuales que pueden hacer desde las casas y demás lugares, transmitir la información aprendida, entre otras acciones, y que ésta conciencia se genere desde la temprana edad. El libro está compuesto por dos partes: la primera sobre la extracción del petróleo y el método denominado Fracking y la segunda sobre la economía de Colombia basada en el petróleo.



Ilustración 7 Portada del Libro

Investigación:

Valentina Torrado Aragón
Ana María Bautista Tafur
Juan David González Rodríguez.
Mauri Gómez Tautiva.

Ilustración:

Mauri Gómez Tautiva.

Colores:

Ana María Bautista Tafur.

Redacción:

Valentina Torrado Aragón.

Ilustración 26 Integrantes del grupo que realizó la propuesta de libro. Evidencia de las relatorías. Anexo 4.

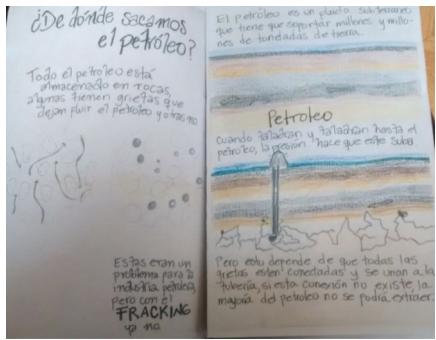


Ilustración 11 Primeras páginas del primer apartado del libro realizado por un grupo de estudiantes.

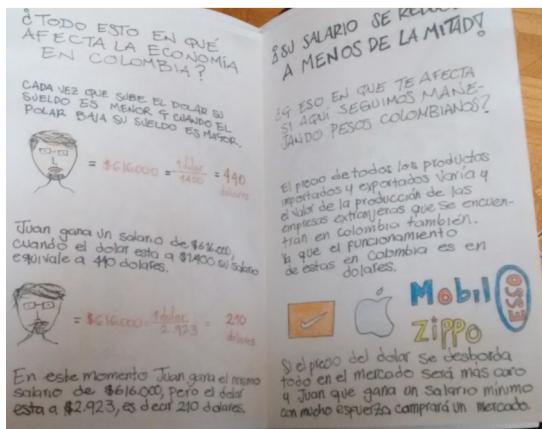


Ilustración 12 primeras páginas del segundo apartado.

El grupo expone el contenido del libro, inician con la explicación de donde sale el petróleo y mencionan que es una sustancia subterránea, es decir, en las rocas, existiendo dos tipos de ellas, la primera es aquella que tiene grietas y es por allí donde puede fluir el petróleo mientras, que existen las rocas selladas, las cuales requieren de un método para romperlas, este método se denomina Fracking, que es la fracturación hidráulica, donde por medio de agua, arena y mezcla de químicos nocivos rompe las piedras selladas para que pueda fluir el petróleo. Las consecuencias que deja el Fracking es la contaminación del agua por culpa de la mezcla de químicos nocivos, durante el método el agua que es utilizada bajo precisión luego

de romper las rocas se devuelve por los tubos pero esta agua ya no es potable y tampoco es utilizada en la industria petrolera, por tanto es vertida en tanques y sellados para luego ser enterrados en el subsuelo, lo cual trae como consecuencia y no es dimensionado por las grandes empresas, es que en el subsuelo hay más pozos de agua potable, entonces puede ocurrir que los tanques queden fugas y contamine dichos pozos. Además el uso de Fracking en Colombia no tiene los mismos resultados que en Estados Unidos, ya que geográficamente sus condiciones son diferentes, por tanto las consecuencias también varían.

Por ultimo exponen la economía colombiana, donde aseguran que Colombia es uno de los países donde se produce grandes cantidades de petróleo, entonces si la industria del petróleo cae ¿qué pasa con la economía de Colombia? Específicamente en la vida de un trabajador si el dólar sube su sueldo disminuye y viceversa, entonces son proporciones inversas, por tanto todas aquellas industrias que manejan el dólar como su moneda si el dólar aumenta ellos aumentaran sus precios. Una de las consecuencias de la subida del dólar es por la industria del petróleo, ya que la industria petrolera cayó en Colombia y se genera escases de dólares, ya que pocas multinacionales invierten en Colombia para la extracción de petróleo, ya que Estados Unidos encontró la forma para explotar sus suelos, y que tenían el problema de roas sin grietas por lo cual no fluía el petróleo, pero con la ayuda del Fracking ya pueden explotar sus suelos.

Por tanto, terminan su libro con unas preguntas que le permitan al lector concluir y generar conciencia, estas son: “*¿vamos a recuperar la industria petrolera perdiendo tanta agua?, ¿petróleo o vida? ¿Estamos dispuestos a dejar la economía de Colombia en manos de otro país? ¿Nos arriesgaremos a las consecuencias del Fracking? ¿Algún día nos pondremos los pantalones y actuaremos para mejorar este país?*”

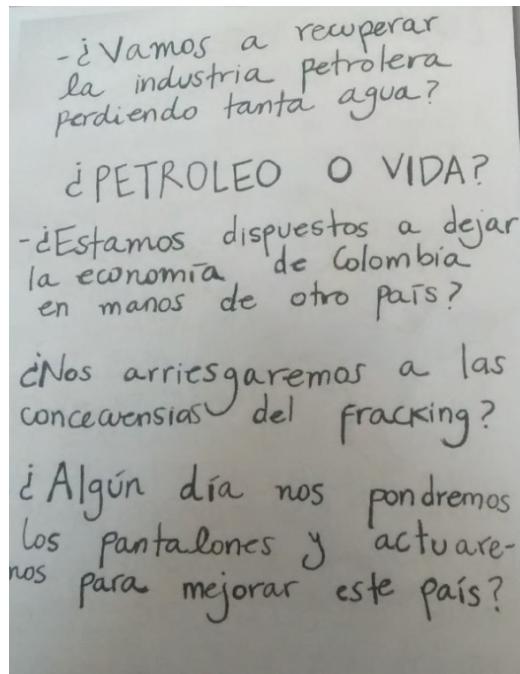


Ilustración 13 Preguntas realizadas a los lectores

Se generó el debate sobre la presentación del segundo grupo, donde se recató el interés que tuvieron porque otros conocieran esta problemática y que fuera de una manera rápida, ilustrativa y que genere conciencia. También se rescató el trabajo de investigación y el manejo de información para que todos la puedan entender. Los compañeros resaltan el trabajo realizado por el grupo.

El tercer grupo (tres estudiantes) presentó una maqueta donde quisieron generar conciencia y plasmar el proceso que se requiere para la producción de objetos que requieren petróleo. En la maqueta muestran la primera parte la proporción de gasto de agua y petróleo, luego los daños ambientales que se generan, para producir el jabón que es utilizado en todos los lugares.



Ilustración 8 Maqueta realizada por el grupo de trabajo

Se da inicio al debate con la siguiente pregunta: ¿se pueden imaginar el mundo sin petróleo, se acabaría la raza humana? La respuesta de los estudiantes fue que no, lo que cambiaría sería el estilo de vida de las personas, la energía solar podría implementarse para la movilidad de carros y muchas cosas más, los jabones, shampoo artesanales no requieren de petróleo y los cosméticos artesanales tampoco usan de ello, asegura un grupo de estudiantes. Lo que conlleva a decir que se creó una necesidad de utilizar estos productos, el problema de la industrialización y de los estereotipos que ha venido vendiendo el mercado, sino el uso concientizado de los productos.

El grupo expositor retoma la idea de que las cosas que se realizaron el aula, deben comunicarse a los demás, a través de la creación de conciencia, este grupo asegura que no tenía idea de lo que sucedía con la explotación petrolera, ni mucho menos la cantidad de agua que se utilizaba para la extracción y producción del petróleo y sus derivados, pero resaltan que debe ser un trabajo de todos realizar conciencia desde casa y desde el grupo de amigos para lograr una cadena, para luego generar acciones. Para completar una estudiante asegura que si

todos los del salón ya conocemos lo que sucede podemos replegar la información o mínimo reducir la cantidad de agua gastada durante la ducha.

El cuarto grupo (cuatro estudiantes) presenta una cartelera para poder compartir en una parte del colegio, donde destacan el petróleo en cuatro partes, la primera con respecto al suelo, donde sale el petróleo, si hay accidentes puede generar pérdida de suelo, ya que se logra suelos infértilles, además de la deforestación de los bosques para poder entrar la maquinaria los materiales necesarios. Lo otro también es el desplazamiento de la población por la compra de suelos o la pérdida de recursos naturales de los cuales se mantenía la población.

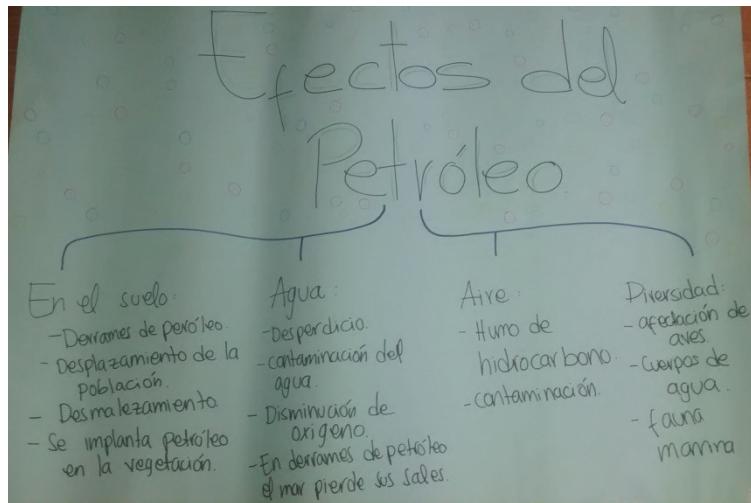


Ilustración 9 Cartelera que muestra los efectos del petróleo realizado por un grupo de estudiantes.

Como segunda parte se encuentra el efecto que produce el petróleo en el agua, donde se presentan los derrames de crudo en los mares, generando daños irreversibles y pérdida de vida marina. En tercer lugar se evidencia la contaminación del aire como consecuencia de la producción de hidrocarburos causando problemas para la salud en las vías respiratorias. Por última parte se presentan los efectos en la biodiversidad, afectación en los yacimientos de agua, muerte de las especies, daño en la fauna marina.

Se abre el espacio de discusión, en el cual, se resalta la afectación social que causa no simplemente el daño ambiental, sino que con ello trae los desplazamientos en las poblaciones cercanas a las multinacionales.

El quinto grupo (sólo una estudiante) por medio de una maqueta plasma las herramientas que son utilizadas para la extracción de petróleo, explicando las formas de extracción de petróleo, la terrestre construye una roca sobre el terreno donde se sabe que hay petróleo, lo que hace es perforar las rocas a través de engranajes, la extracción marina hace lo mismo a diferencia que el derramamiento de petróleo es mayor y deja consecuencias irreversibles, y la extracción forzada utiliza dos cosas, la primera es la máquina que extrae petróleo y la otra es la encargada de mover el petróleo por medio de un gas. La conclusión de la estudiante es que el petróleo tiene muchas cosas malas y en la exposición sólo se mostró el proceso, pero a consideración personal utiliza todos los objetos que tienen petróleo pero por todo lo malo que tenga no las puede dejar de usar.



Ilustración 10 Una réplica realizada en material reciclado de una máquina para la extracción del petróleo, realizado por una estudiante.

El sexto grupo (dos estudiantes) mediante un escrito plantea lo sucedido en Choachí un municipio cercano a Bogotá, el cual está presentando problemas con respecto a la problemática ambiental que se presenta en las quebradas y la biodiversidad de los páramos generando lugares desérticos en los páramos que son protegidos legalmente.

Durante el debate los estudiantes resaltaron que en lugares tan cercanos a Bogotá y no se había mencionado o destacado dicha problemática por los medios de comunicación, lo cual se destacó que los medios de comunicación privados no suele contar estas historias porque lograrían un pensamiento crítico en sus televidentes y a ellos lo que les conviene es que sus televidentes no se cuestionen de lo que sucede, por ello se resaltó la necesidad de utilizar medios alternativos de información.

“¿Qué está pasando con Choachí?

Por: Waira Gamba Sanabria y Gabriela Valencia Benavides

Escuela Mediática, grado decimo

Hace más de dos años en el municipio de Choachí, ubicado a dos horas de Bogotá se ha venido presentando por parte de la empresa bogotana Cosargo SAS compras de terreno en la vereda “agua dulce” lugar del que nacen cinco importantes quebradas que se encargan de proveer agua no solo al municipio sino también a Bogotá y sus alrededores, posteriormente dichas compras se convirtieron en zonas de exploraciones mineras en busca de arenisca¹. En la zona se encuentra el parque ecológico Matarredonda (ubicado en el páramo de cruz verde el cual hace parte del gran complejo de paramos “Sumapaz” uno de los más grandes de Colombia) donde se originan los ríos Teusacá, Palmar y San Cristóbal. Durante el proceso de exploración la empresa se ha encargado de extraer constantemente agua de dicho parque la

cual como se mencionó antes proviene del páramo el proceso de explotación está siendo planeado para realizarse durante el próximo año.

Recordemos que la mayoría de ingresos en Choachí dependen del turismo y este se alimenta de lugares como: termales Santa Mónica, artesanías, manualidades, Casa de la Cultura, Iglesia de San Miguel, La Peña Azul, **Páramo de Cruz Verde, Parque Ecológico Matarredonda,** Parque Natural El Verjon.

El caso de la compañía Cosargo SAS no es el primero en el lugar que está dañando el ecosistema y la biodiversidad del páramo de cruz verde ya que desde hace varios siglos se extrae del sitio material para construcción ignorando que es una zona ecológica protegida, amenazando con volver dicho paramo una zona cada vez más desértica.

En marzo de este año la población de Choachí recibió la esperada noticia en la cual La Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios envió un comunicado a la Agencia Nacional de Minería y a la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia para que se suspendiera el proceso de extracción de la piedra ya antes mencionada ya que la zona donde se llevaría a cabo cuenta con “*un área de páramo a una altitud de 3.000 a 3.200 m.s.n.m., por ende es un ecosistema de páramo con vegetación que lo caracteriza, con nacimientos de agua y bosque de niebla en el área de influencia. Como se argumenta normativamente, debe ser protegida y conservada*

¿Y cómo se extrae la arenisca?

“Antes de empezar una voladura se hace “limpieza” de la zona de trabajo y el banco de trabajo. La zona de trabajo es el espacio que necesitará el bloque de piedra natural arenisca para desplazarse libremente una vez detonado el explosivo y el banco de trabajo es la plataforma donde se realizará la perforación de los barrenos. Es muy importante que el banco

de trabajo esté limpio de polvo y de piedras para detectar las grietas naturales del terreno y no dañar los bloques que se extraen

Una vez limpiada toda la zona empieza la perforación. La perforación consiste en hacer agujeros usando una perforadora manual asociada a un compresor. Los agujeros hechos tienen una diámetro de 3,3 cm y separados entre ellos unos 8 o 10 cm. El objetivo de esta distancia y de este diámetro es conseguir un corte sin dañar el bloque de piedra natural arenisca que se extrae y sin dañar el que queda en el terreno. La altura de la perforación dependerá de la altura del bloque de piedra natural arenisca que queremos extraer, oscila normalmente entre 1 m a 2,5 m.

La perforación se prepara con antelación al día de la voladura, para que los agujeros no se llenen de materiales o agua en caso de lluvia se ponen trozos de plástico suficientemente grande para tapar el agujero y protegerlo.””¹⁷

El último grupo (dos estudiantes) plantearon un video creado por ellas, donde desean presentar el problema del accionar de las personas frente a diferentes problemáticas sociales que se presentan, donde muchos de ellos sólo se quedan en palabras y muy pocas veces sus actos son coherentes con sus palabras.

El video se puede encontrar en el siguiente link, realizado por **María José Recalde y Juanita Martínez:**

https://drive.google.com/file/d/0B0r_7Ty8t1FbYzVRMkJBVUIxX3c/view?pli=1

¹⁷ Escrito realizado por las estudiantes Waira y Gabriela fue enviado vía email.

En el espacio del debate se habló que no se podía generalizar lo que realizan las personas con respecto a una problemática si a los demás no les gusta o no creen que allí puede estar la solución, el problema se enmarca en que todas las personas no están de acuerdo con lo que los demás hacen o piensan, pero que se debe llegar a acuerdos tolerantes en espacios de discusión.

Con el fin de cerrar la exposición de los trabajos finales, se concluye con la pregunta ¿Cuál fue el papel de la matemática en los proyectos? Los estudiantes participaron con respuestas como: los porcentajes que utilizamos para determinar los dineros, las variaciones que se evidenciaron durante los años en cuestión de precios de barril, los cambios de unidades, la regla de tres que se planteó para encontrar los valores, la estadística, la proporción de agua y petróleo, el análisis económico que realizó el grupo de Mawii (grupo quien realizó el libro) y el profesor plantea la siguiente pregunta ¿todos esos procedimientos, algoritmos, cálculos y demás para que les sirvió? Los estudiantes responden que para analizar la problemática de la extracción petrolera, para darnos cuenta de cifras que jamás habían pasado por la cabeza, para determinar los daños que genera el petróleo, entre muchas ideas más. Por tanto los profesores cierran agradeciendo la participación y el interés de los estudiantes por participar en el proyecto y con el fin de institucionalizar las dos preguntas planteadas, establecen que la Educación Matemática no sólo es el mundo abstracto que el currículo lo plantea, sino que la Educación Matemática puede ser utilizada en diferentes contextos y que ella no se convierta en el fin, es decir, solamente encontrar el valor de una incógnita, sino que ella pueda ser una herramienta que permita enriquecer los argumentos de las personas, en el caso específico de este proyecto se utilizaron datos estadísticos, caminos como la regla de tres, cifras elevadas, cambios de unidad, pero estos procedimientos no quedaron plasmados como números, sino que se logró que los estudiantes se preocuparan por transmitir a los demás lo que habían aprendido a través

de los números, pero muchos de ustedes no hablaron de números sino que le dieron sentido a ello para poder compartir a la sociedad, donde les permitió realizar análisis y toma de decisiones, y la invitación es para que utilizar la Educación Matemática sea utilizada en diferentes contextos que permitan análisis, toma de decisión y enriquecer los argumentos y que enriquezcan el punto crítico de las situaciones, es decir, matematizar las situaciones de las realidades concretas de diferentes sociedades. Los estudiantes aseguran que la matemática desde ese punto de vista es más agradable, permite la conexión con otras áreas, hacer investigaciones, reflexionar sobre ello, les gustó trabajar las matemáticas a través de este proyecto.