



Aportes a la formación de sujetos políticos a través del uso de los asuntos socio-científicos: el caso de la fracturación hidráulica para la enseñanza de la mecánica de fluidos

Mauricio Ortega Ramírez

Universidad del Valle
Instituto de Educación y Pedagogía,
Licenciatura en Matemáticas y Física
Septiembre, 2020



Aportes a la formación de sujetos políticos a través del uso de los asuntos socio-científicos: el caso de la fracturación hidráulica para la enseñanza de la mecánica de fluidos

Mauricio Ortega Ramírez

Nelson Enrique Hoyos

Director Trabajo de grado

Universidad del Valle

Instituto de Educación y Pedagogía

Licenciatura en Matemáticas y Física

Septiembre, 2020

Resumen

La presente investigación, realizada para optar por el título de Licenciado en Matemáticas y Física de la Universidad de Valle, tuvo como objetivo principal contribuir al proceso de académico de estudiantes de educación media y su formación como sujetos políticos a través de la enseñanza del asunto socio-científico del *fracking*. Para dar cuenta de este objetivo se realizó una investigación cualitativa utilizando un diseño de unidad didáctica de actividades y realizando un grupo focal con dos compañeros pares del programa licenciatura en matemáticas y física de la Universidad del Valle; para la toma de datos se utilizaron cuestionarios y la grabación de un encuentro dialógico virtual en el que participaron los compañeros pares y el investigador. El trabajo se enfocó en dos perspectivas la enseñanza de la física por medio del *fracking* como asunto socio-científico y la formación de sujetos políticos, entrelazándolas por medio del diseño de la unidad didáctica de actividades. En la etapa final se realizó un análisis triangulando el encuentro virtual, el diseño e ideas previas de los compañeros, lo cual brindó algunos aspectos importantes respecto a la utilización *fracking* como asunto socio-científico en la enseñanza de la física, una enseñanza alternativa que puede permitir al estudiante contextualizar esta disciplina. Finalmente, utilizar estos asuntos acerca la formación de sujetos políticos puesto que genera diferentes perspectivas en ámbitos sociales, creando controversias que posibilitan al estudiante cuestionar, reflexionar, debatir y transformar su realidad y la de las personas de su contexto social.

Palabras claves: Sujeto político, asuntos socio-científicos, *fracking*, enseñanza de la física.

Abstract

The current investigation, presented to obtain the graduate's degree in Mathematics and Physics, aim to contribute in the academic process of high school students, and their development as political subjects, through the teaching of fracking as a socio-scientific issue. To accomplish this objective, a qualitative study was done through different methods: the design of a learning unit material with activities and the discussion in focus groups, where two students of the graduate's program of Maths and Physics participated. The data was obtained also through surveys and a recorded virtual dialogical group between the mate students and the head researcher. This investigation focused in two perspectives of the teaching of physics applied to the topics of fracking as a socio-scientific issue and the development of political subjects, intertwined in the design of the learning unit material. The final stage of the project was the analysis of the data collected in a process that crossed the results of the learning unit material, the virtual dialogical group and several previous ideas shared by the mates involved in the investigation. This analysis helped concluding how the topic of fracking as a socio-scientific issue may promote an alternative way of teaching, by contextualizing the discipline. Last, the use of this topic as the center of the investigation allowed a closer approach to the development of political subjects because it promotes different points of view about social environments and creates controversies that force students to question, reflect, debate and transform their realities and contexts.

Key words: political subject, socio-scientific issue, *fracking*, teaching of physics.

Tabla de contenidos

Tabla de contenidos	5
Introducción.....	8
Descripción de la problemática	10
Justificación	18
Objetivos.....	24
Objetivo general	24
Objetivos específicos.....	24
Antecedentes.....	25
El profesor como sujeto político: para una formación del estudiante como sujeto político	26
La enseñanza de las ciencias involucrando los Asuntos socio-científicos	29
Referentes Conceptuales.....	31
Del Sujeto al Sujeto Político.....	31
Hacia una enseñanza alternativa de la ciencia.....	35
Asuntos socio-científicos como enseñanza alternativa de la ciencia	36
La fracturación hidráulica <i>fracking</i> como asunto socio-científico	37
El petróleo: un recurso natural no renovable.....	38
Historia, implementación y actualidad del <i>fracking</i>	42
Las ciencias naturales detrás de la fracturación hidráulica.....	54
La mecánica de fluidos en movimiento y reposo involucrados en el <i>fracking</i>	54
Los problemas del fracking desde distintas perspectivas	58
El <i>fracking</i> como problemática ambiental.....	59
El <i>fracking</i> como problemática económico-político	62

Marco metodológico.....	64
Fase 1: Diseño de la unidad didáctica de actividades.....	65
Fase 2: Dialogo entre pares, transformación y resignificación de la Unidad didáctica de Actividades	68
Fase 3: Análisis del encuentro virtual entre pares teniendo en cuenta la construcción y resignificación del diseño de la unidad didáctica de actividades desde y a partir del dialogo.	70
Unidad de didáctica actividades (Guía de experiencia docente)	76
Fase iniciación: Recopilación y construcción de saberes	76
Sesión 1:	76
Sesión 2 y 3	78
Sesión 4	88
Fase #2: Indagando nueva información.....	96
Sesión 5 y 6:	96
Fase #3: Creando hipótesis	113
Sesión 7, 8 y 9	113
Fase#4: Conclusión	126
Sesión 10 y 11:	126
Conclusiones y reflexiones finales	138
Referencias bibliográficas	143

Índice de figuras

Figura 1.....	40
Figura 2.....	41
Figura 3.....	48
Figura 4.....	50
Figura 5.....	53
Figura 6.....	54
Figura 7.....	55
Figura 8.....	56
Figura 9.....	57
Figura 10-24	107
Figura 25.....	116
Figura 26.....	118
Figura 28.....	132

Índice de tablas

Tabla 1	40
Tabla 2	43
Tabla 3	84
Tabla 4	86
Tabla 5	89
Tabla 6 - Figura 10-24.....	107
Tabla 7	109
Tabla 8	124
Tabla 9	125
Tabla 10	130
Tabla 11	133

Introducción

Durante las últimas décadas el mundo se ha visto envuelto en muchas problemáticas por la extracción de petróleo, el recurso natural no renovable más importante en la economía mundial actual, estas problemáticas generan controversias enfocadas en distintos ámbitos sociales, entre ellos lo político, económico, ambiental y ético, ahora bien, la extracción de petróleo no es algo novedoso. Sin embargo, hay una actividad científica que hace unas cuantas décadas lo es y esta es el *fracking* que a medida que avanza la tecnología se vuelve más productiva para las naciones que la implementa en la batalla por dominar la economía por medio de la extracción de dicho recurso.

El *fracking* busca extraer petróleo de forma más rápida que de la manera tradicional pero es mucho más dañina para el medio ambiente, ya que usa agua (el recurso natural más importante para la vida de los seres vivos) inyectándola a grandes presiones por un compartimento para fracturar la roca a 2500 metros bajo suelo aproximadamente, haciendo que el petróleo fluya hacia la superficie por estas fracturas, luego de finalizar el proceso de extracción el agua queda contaminada sin poder reutilizarse, por otro lado, también existe la posibilidad de contaminar acuíferos subterráneos cercanos a la zona de producción, pero sin lugar a dudas es un proceso que genera mucha contaminación del aire, de la tierra en la que se realiza y del ambiente en general.

A pesar de ello, esta actividad científica se ha venido promoviendo y utilizando por distintas naciones entre ellas la nuestra. En Colombia el *fracking* ha tomado mucho auge en los últimos años, hasta el punto de aprobar pruebas piloto en el territorio pasando por alto los derramamientos de petróleo que se han venido presentado no solo a nivel nacional sino internacional por la negligencia en la extracción de este mismo, no obstante, otro problema de esta actividad es que ha sido implementada en otros contextos, entornos y ambientes diferentes al nuestro, por lo cual no es seguro la realización de la misma sin causar daños ambientales irreparables en el territorio en el que se realiza y zonas aledañas a este.

Teniendo en cuenta la problemática en la cual estamos inmersos al ser ciudadanos colombianos nos planteamos responder la siguiente pregunta central ¿cómo aportar a la

formación de sujetos políticos a través del abordaje del ASC del fracking en el proceso de enseñanza de la física?, partiendo del hecho que es una enseñanza alternativa de las ciencias se tiene como objetivo principal contribuir con la formación de estudiantes en formación inicial de profesores de física como sujetos políticos a través de la enseñanza del asunto socio-científico de la fracturación hidráulica en estudiantes de educación media.

Para llevar a cabo esta investigación, se inicia realizando una contextualización de la problemática partiendo de la descripción del problema, la justificación de este mismo, los objetivos a cumplir y los antecedentes que sirvieron como referencia en la investigación, posterior a ello se encuentra el marco teórico en el cual se efectúan algunas precisiones teóricas y conceptuales sobre los asuntos socio-científicos, el sujeto político, el *fracking* y sus implicaciones en los distintos ámbitos sociales y la física detrás del *fracking*.

Luego se ubica el marco metodológico en el cual se realiza un diseño basado en la unidad didáctica de actividades que consta de cuatro fases divididas en varias sesiones de 45 minutos cada una, cabe aclarar que para el diseño se tuvo en cuenta como referente la investigación dirigida propuesta por Castillo y Sánchez Blanco que permitió tener más claridad en las fases que se pensaron para este diseño, posterior a ello se realizó un ejercicio dialógico con compañeros pares sobre dicho diseño utilizando cuestionarios y la grabación de un encuentro virtual, los primeros sirven para conocer sobre las ideas previas de los docentes y lo segundo sirvió para el análisis y la transformación de este diseño.

Una vez realizado el encuentro con los compañeros se prosiguió estableciendo los momentos significativos de este ejercicio, esto con el fin de recoger los aportes que ellos desde su experiencia como docentes ven significativos para mejorar el diseño, y sobre estos aportes se realizó un análisis desde las perspectivas de los asuntos socio-científicos, la formación de sujetos políticos y la física como disciplina principal de esta investigación, por ultimo cabe destacar que algunos de los aportes de los compañeros sirvieron para la transformación y resignificación del diseño didáctico de actividades, pero además de esto, todo este proceso sirvió para dar respuesta a la pregunta y objetivos de esta investigación dando así conclusiones y reflexiones sobre la enseñanza de la física por medio de los asuntos socio-científicos, la formación de sujetos políticos y la formación inicial de docentes como sujetos políticos.

Descripción de la problemática

Desde el inicio de la humanidad, el hombre ha estado enfrentado a diversas problemáticas desarrolladas en su entorno, como lo fue la caza de animales y la lucha contra estos, la construcción de lugares para ser habitables logrando sobrevivir a situaciones propias de la naturaleza tales como: las tormentas, los grandes depredadores, inundaciones, sequías, heladas, etc. En el transcurso de los años, el hombre se descubre como un ser racional y esto le permite ir avanzando en su desarrollo, por lo que robustece su posición en la naturaleza en la cual los problemas de su entorno ya no eran de supervivencia como sucedían antes, así como lo plantea Heisenberg:

En nuestros tiempos, cuando la Tierra se halla cada vez más densamente poblada, la limitación de las posibilidades de vida y con ello la amenaza provienen en primer lugar de los demás hombres, que afirman también su derecho al goce de los bienes terrestres (1985, p 16).

Por lo cual podemos notar que, la posición actual del hombre genera problemas sociales, políticos y culturales, que desembocan en guerras, inequidades, exclusiones y destrucción de la naturaleza.

Hoy en día estos problemas se encuentran reflejados en nuestro entorno colombiano, problemas como lo son la guerra social entre las fuerzas armadas y las guerrillas, la pobreza, la implementación de la fracturación hidráulica¹, las aspersiones con glifosato para eliminar los cultivos ilícitos, la minería ilegal, la deforestación de bosques, o la distribución de transgénicos, además de que como país seguimos dominados por una política, que en muchos casos esconde la importancia de estas problemáticas, llevándolas a un segundo plano en el que evitan que los ciudadanos que hacen parte de este país tengan una postura frente a estas problemáticas, generando en ellos desinformación e ignorancia de estos asuntos inmersos en su entorno.

De tal manera es importante desde la perspectiva de la educación buscar acciones en la enseñanza que les permita a los estudiantes de la educación básica y media contribuir como

¹ La fracturación hidráulica (también conocida por el término en inglés *fracking*) es una técnica para posibilitar o aumentar la extracción de gas y petróleo del subsuelo.

ciudadanos a la transformación de sus realidades, a buscar soluciones sobre la exclusión e inequidades en su contexto mediante acciones como lo son criticar, protestar, decidir, exigir y elegir sobre todo lo que acontece a su alrededor, ahora bien, la educación colombiana está regida por el Ministerio de educación nacional en adelante MEN. Que busca por medio de los estándares básicos de competencias “formar en Ciencias Sociales y Naturales en la Educación Básica y Media significa contribuir a la consolidación de ciudadanos y ciudadanas capaces de asombrarse, observar y analizar lo que acontece a su alrededor y en su propio ser”(2006, p. 96), además se añade que esta formación en ciencia debe “permitir en los estudiantes asumir la postura de un ciudadano responsable, conscientes de su compromiso tanto con ellos mismo como con las comunidades a las que pertenecen”(MEN, 2006, p. 97).

Pero esta postura del MEN hacia la formación de los estudiantes como ciudadanos se aleja de lo que se quiere ya que es a mi parecer pasiva porque no invita a los estudiantes a hacer parte del cambio mediante acciones, es por esto que por medio de esta investigación se busca una formación para la civilidad, Villavicencio 2007, (citado en Henao *et al* 2013, p. 139), formula que existen unas políticas neoliberales a las cuales como ciudadanos estamos atados, y esto conlleva inequidades, injusticias, exclusiones y algunos ocultamientos de la sociedad como consumidora de esta política, es por ello que él plantea que se debe confrontar y contener de modo que sobrepase la formación para la ciudadanía por medio de una formación que permita a los ciudadanos la emancipación, la inclusión y el reconocimiento de la diversidad, con el fin de que se puedan regular conflictos contra la indiferencia y justicia social.

Muchas de estas problemáticas que se evidencian en nuestro país, están relacionadas con actividades científicas, las cuales así mismo se ven relacionadas con asuntos en los ámbitos sociales, políticos, económicos y éticos, así como lo definen Henao *et al.*, que consideran que estos asuntos por su carácter controversial generan polémicas en los ámbitos descritos anteriormente, además de relacionar la opinión científica frente a diversas posturas de las ramas sociales, por medio de debates o discusiones (2013, p. 144-145). Estos asuntos son de mucho interés en la sociedad, ya que están involucrados en su diario vivir, por lo que se ha convertido en una necesidad para el ciudadano tener el conocimiento científico, para que este sujeto como ciudadano pueda obtener todo el provecho de los avances científicos,

además de ello pueda tomar una postura para criticarlos con el fin de tomar acciones para transformar su contexto social y cultural en el que vive, para ello es necesario una educación en la que se privilegie formar un sujeto político que aporte a la sociedad, por medio de intervenciones en el mundo desde los diferentes ámbitos como lo son: lo cultural, social, político y científico, creando oportunidades para la confrontación de lo que se le establece, que esté comprometido con la transformación de su contexto, bajo una perspectiva de responsabilidad y de solidaridad del bien común o del bien para la sociedad.

Debido a esto, se busca una educación en ciencias alejada de la tradicional, sin omitir que la educación colombiana está regida bajo una política curricular nacional, la cual involucra los lineamientos curriculares, los estándares curriculares, los derechos básicos de aprendizaje y matrices de referencias, los primeros dos fueron una creación del mundo de la academia, en los cuales participaron las distintas facultades e institutos de educación, en cambio los derechos básicos de aprendizaje y matrices de referencia no son una producción propia del ministerio de educación nacional, por lo cual se tomará una perspectiva de los lineamientos y estándares curriculares producidos por el MEN, teniendo en cuenta lo que plantea Hodson 2003, (citado en Henao *et al.*, 2013, p. 138-139) y añadiendo además, a la educación en ciencias se debe buscar que los estudiantes no se queden en ciudadanos como críticos de sillón, críticos que se queden solamente en la reflexión y crítica sin mostrar compromiso por sus acciones en pro de transformar realidades.

Para esta investigación es importante tratar la enseñanza de las ciencias, pero para llegar a esto primero se considera la transformación de la ciencia a medida que transcurre los años, para ello se toma en cuenta a Heisenberg (1955), el cual explica lo antes dicho y además de ello, explica los desarrollos y avances. Antes la ciencia era otra ideología que no tenía tanta trascendencia en la sociedad, otras ideologías como la religión, manejaban la visión de la naturaleza de acuerdo a su realidad, al transcurrir los años la ciencia (como se evidenciaba en la época de Newton) fue tomando fuerza tratando de explicar la naturaleza, no solo como la obra de Dios que solo podía ser comprendida por las ideologías religiosas, sino que ya se pudo desligar la naturaleza de este ser, dejándolo a éste en un “alto cielo” alejado de ella, lo que marcó algo importante en esta época. De modo que ya no era absurdo pensar en una realidad de la naturaleza separada de un ser divino, más tarde, al pasar unas cuantas décadas

la naturaleza ya no era vista como algo aislado solo de Dios, sino también del hombre, en el cual se constituía el ideal de una descripción o una explicación “objetiva” de la naturaleza, desde entonces, la ciencia fue profundizando mucho más en darle una imagen a la naturaleza, mostrándose como una ideología que explica la realidad y que esta explicación es verídica y única.

Mientras tanto en la postmodernidad, la ciencia a pesar de todos sus logros se encuentra en una situación difícil así como lo explica Yearley S., la ciencia ve afectada la legitimidad, ya que esta se puede criticar, por sus diversas y polémicas actividades científicas, actividades que no son beneficiosas para la sociedad en general, por ejemplo: la polución que genera las grandes industrias, es un claro ejemplo de que estas actividades científicas son provechosas para cierto grupo social, asimismo, se ve esclarecido que esta actividad genera un impacto negativo en el medio ambiente, y por ende en la población en general, otro ejemplo es la distribución y producción de alimentos transgénicos, esta actividad científica sólo beneficia algunos sectores sociales-políticos, sin importar los daños que estos alimentos puedan causar en los organismos que los consumen. (1993-1994, p. 59-66). Pero, con esto no se busca satanizar la ciencia, más bien como lo propone Feyerabend P., a la ciencia le debemos la incrementada libertad intelectual frente a otras ideologías como lo fue la religión en su momento, (1981), pero este autor enfatiza en lo siguiente:

Mi crítica de la ciencia moderna es que inhibe la libertad de pensamiento.

Si la razón (aducida) es que ella ha encontrado la verdad y ahora

[simplemente] la sigue, entonces yo diría que hay mejores cosas que [este] primer descubrimiento, y luego seguir a un tal monstruo (1981, p. 2).

Es por ello que para la enseñanza de la ciencia, no se debe tratar a la ciencia como una ideología que está aislada de las otras, teniendo en cuenta que como ideología, la ciencia es solo una de las muchas que impulsan a la sociedad, y para evitar este tipo de discusiones sobre la ciencia como ideología aislada, esta puede enseñarse de una manera alternativa, relacionando la con los ASC² con el fin de que se contribuya a la formación de ciudadanos con autonomía con el fin de que puedan superar algunos dogmatismos que se le imponen,

² Las siglas ASC hacen referencia a los Asuntos Socio-Científicos.

que incentive al ciudadano a la reflexión, a la crítica, y que por medio de esta enseñanza, se ejerza la crítica como acción liberadora, con ejercicios que conlleven a la reflexión sobre la ciencia, a que se interroguen por la actividad científica que se ha de implementar en cierto contexto más que en la solución y al cuestionamiento de lo que se le impone como bueno, estable, o verdadero y que actúen por la transformación de sus realidades y contextos por el bien común.

De este modo, se encuentran distintas prácticas que son cuestionables como lo son las anteriormente nombradas, por ende, se elige el *fracking* ya que es una actividad científica mundial que se puede criticar, cuestionar e interrogar. Teniendo en cuenta eso, hablar del *fracking* en nuestro entorno colombiano es muy conveniente, porque la producción que genera esta actividad es nada más y nada menos que el petróleo y gas natural, unos de los recursos naturales no renovables más importantes para la humanidad en esta época, ya que estos recursos son los que mueven la economía mundial, la cual es aprovechada por los países industrializados, puesto que son estos países los que se benefician de la producción de este recurso empleándolo como fuente de energía que pueda ser utilizado como combustible para los vehículos, calefacción e iluminación, lubricantes, plástico, productos farmacéuticos, colorantes, detergentes, incluso en la misma agricultura.

Adicionalmente, al ser este recurso natural tan importante para la economía, requiere su extracción desde el subsuelo terrestre mediante explosiones para fracturar las rocas de capas terrestres y luego se bombean millones de litros de agua para la extracción del petróleo desde su yacimiento hasta la superficie, pero como se dijo anteriormente, es un recurso natural no renovable, ya que este se produce por restos de organismos marinos fosilizados que gracias a un proceso físico y químico al interior de la tierra, se convierten primero en roca y luego en petróleo crudo, por lo que es claro que estos recursos se están agotando de los yacimientos más cercanos a la superficie de la tierra a medida que pasa el tiempo, por lo cual diversos sectores industriales y científicos plantean la implementación del fracking, que busca extraer petróleo de yacimientos más profundos que los convencionales (cercanos a la superficie de la tierra) utilizando agua para el consumo humano y dejándola intratable para este mismo.

De modo que, en esta propuesta enfocaremos la enseñanza de la ciencia en la fracturación hidráulica *fracking* como asunto socio-científico contextualizado en sus posibles prácticas en el territorio colombiano, porque es un tema actual que genera diversas controversias en lo económico y lo político, dos ámbitos que están muy relacionados ya que el petróleo es el recurso natural no renovable más importante para la economía actual mundial, así, la nación que tenga más producción de petróleo se posiciona como poderosa.

El petróleo está relacionado con la producción industrial de un sinnúmero de cosas, además de servir como combustible después de un proceso químico que lo transforme en tal, pero además de eso, es el recurso que mueve el mundo desde lo económico, porque muchos países dependen de su extracción para un crecimiento en su economía y de su importación para cuestiones industriales, este crecimiento se debe a la relación inversa que existe entre el precio del barril de petróleo y el precio del dólar, si el precio del barril de petróleo aumenta significa que los ingresos de exportación de los países productores aumentará, en este caso al manejar el dólar como moneda aumentarían las ganancias en dólares para el país exportador lo cual es muy productivo en la economía nacional de dicho país, pero esto no beneficia a los países importadores de petróleo o incluso a los que dominan el precio del dólar, ya que les toca pagar un costo elevado por el crudo lo cual no significaría un buen negocio para su economía importadora nacional, por lo tanto estos países dominantes e importadores buscan disminuir el precio de esta moneda, esto con el fin de volver más accesible la importación del crudo a su país y no generar beneficios económicos grandes a los países exportadores, así pues, si el precio del dólar aumenta disminuye el precio del barril de petróleo con una explicación análoga a la anterior.

Por eso, nuestro país colombiano se ve envuelto en dichas problemáticas de la variación del precio del dólar y del barril de petróleo, porque dependemos de dicha moneda, y nuestra economía está basada en gran parte en la extracción y exportación del petróleo y gas natural, lo cual genera los problemas anteriormente descritos como lo son el aumento del dólar generando aumento en impuestos, en productos importados y demás, así pues, nuestra economía estará en flujo de aumento y disminución siempre que dependamos del petróleo como fuente económica principal, es por tal motivo que como país se debe ir buscando otras alternativas económicas o alternativas que desplacen al petróleo como el motor energético

industrial, ya que como se ha descrito anteriormente, el petróleo es un recurso natural limitado que no se puede obtener luego de su escases.

Otros países, entre ellos Venezuela que depende de la extracción del crudo y la exportación de este mismo se ve envuelta en una crisis económica, una crisis producida por la dependencia de este recurso natural como mayor fuente de ingresos nacionales, al precio del dólar y al precio del barril del petróleo que varía de acuerdo a intereses políticos y económicos de la OPEP³, quienes según Mora & Rodríguez “controlan el 43 % de la producción mundial y el 51 % de las exportaciones de crudo” (2014, p. 2), aunque Venezuela haga parte de la OPEP no se ha logrado recuperar de su crisis, que se ve afectada por uno de los mayores exportadores del mundo Arabia Saudita al reducirle el valor al barril del crudo, esto con el fin de que practicas más costosas de extracción como el *fracking* no les sea rentable a países que no tengan la posibilidad de extracción de yacimientos convencionales, o que estos ya estén en sus últimas etapas, hay que aclarar que a pesar de que Arabia Saudí disminuya el precio del barril de petróleo y esto afecte su economía, los millones que pierden no son comparables con los que podría perder si el precio del crudo aumenta haciendo de la extracción de este un mecanismo rentable para la economía del país exportador que la realice, además de que valdría la pena para dichos países extraer petróleo de manera más rápida por medio del *fracking*.

Por otro lado, la extracción de este recurso natural necesita utilizar grandes volúmenes de agua limpia proveniente de ríos, lagos, riachuelos u arroyos, esta agua es mezclada con diversos químicos y arena para mantener las fracturas abiertas y que no haya mucha fricción en los tubos de extracción, esta mezcla es introducida por dichos tubos a grandes presiones para fracturar la roca que contiene los recursos naturales como el gas o el petróleo, sin embargo la utilización y la contaminación del agua con estos químicos no es el único problema, también existen problemas relacionados con generar fracturas en fallas geológicas produciendo sismos en las áreas aledañas, aparte de esto también es posible la contaminación de las aguas subterráneas, o los pozos de agua dulce en el subsuelo y por si fuera poco también se genera contaminación en el aire, ya que estas máquinas de extracción generan CO₂ y gases inflamables que son esparcidos por los acueductos e incluso en los mismos ríos

³ OPEP: organización de países exportadores de petróleo.

y lagos, generando daños irreversibles en el medio ambiente y perjudicando la salud de los animales y las sociedades cercanas a esta actividad científica.

Por tal motivo la extracción de petróleo por medio del *fracking* es un asunto competente, ya que hacemos parte de la sociedad que se ve afectada al implementar esta actividad, al ser una actividad científica se debe de tener en cuenta ciertos conceptos, leyes, propiedades y principios físicos para su implementación, pero cabe tener en cuenta que estas cualidades físicas pueden estar explícitas o implícitas, de modo que al tratar de explicar el la física detrás del *fracking* en la escuela es necesario que como docente se encuentre una relación del concepto a tratar con el nivel de escolaridad del estudiante, por tal motivo se busca entrelazar toda una unidad de conceptos, leyes, principios y demás de la mecánica de fluidos en movimiento y reposo teniendo en cuenta que muchos de estos conceptos que se enseñan en la educación media hablan sobre fluidos ideales.

Es por ello que, en este caso el uno de los conceptos más importantes en esta investigación para explicar esta actividad científica es la presión, ya que el petróleo es un fluido de minerales subterráneo que está a una gran profundidad de la superficie de la tierra, por lo cual debe de soportar millones de toneladas de tierra, de modo que al llegar a esos pozos taladrando la roca y demás, el concepto de presión juega un papel importante debido a que la presión que hay en los pozos es demasiado grande comparada a la presión atmosférica, por lo cual el petróleo es expulsado del subsuelo por el canal taladrado hacia la superficie terrestre, el problema de esta actividad no radica en taladrar la roca como tal, como se dijo anteriormente hay pozos no convencionales con rocas que no dejan extraer el petróleo a través de ellas, por eso deben ser fracturadas mediante la utilización de un compuesto líquido basado en agua y otros químicos, el cual al realizar dicha acción no se tiene certeza de hacia donde se hacen las grietas de la fracturación, por lo cual no se puede determinar si estas grietas pueden contaminar fuentes subterráneas de agua dulce.

Por medio de la enseñanza de las ciencias involucrando un asunto socio-científico como la fracturación hidráulica o el *fracking*, buscamos que el estudiante de educación media logre interiorizar diferentes conceptos de la mecánica de fluidos, cabe aclarar que con esta investigación no se busca que el estudiante se aprenda los conceptos físicos de memoria sino que los pueda comprender y explicar en un contexto real que no está ajeno a su realidad, por

esto se debe posibilitar que en el aula de clase hayan debates y discusiones del asunto en cuestión, con el objetivo de lograr en el estudiante una mirada crítica desde la disciplina física, lo ambiental, lo económico, lo político y lo social, y para lograr este objetivo la enseñanza por medio de los ASC nos permite unificar disciplinas utilizando controversias que genere la actividad científica. Esto nos lleva al planteamiento de la siguiente pregunta:

¿cómo aportar a la formación de sujetos políticos a través del abordaje del ASC del fracking en el proceso de enseñanza de la física?

Justificación

Esta investigación se enfoca en una propuesta para la enseñanza de las ciencias, como una propuesta alternativa a la enseñanza tradicional que se ha venido trabajando a lo largo de varios años en nuestra educación media, una enseñanza muy criticada que se enfoca en formar a un estudiante para las pruebas estandarizadas, en el que se evalúa en muchas ocasiones el conocimiento del estudiante mediante su memorización, su capacidad de realizar cálculos y la comprensión de lectura, a pesar de que en ciertas ocasiones este enfoque tiende a relacionar la resolución de problemas “contextualizados” vuelve y cae en el tradicionalismo, ya que como lo plasman Fernández *et al.*:

La enseñanza científica –incluida la universitaria– se ha reducido básicamente a la presentación de conocimientos ya elaborados, sin dar ocasión a los estudiantes de asomarse a las actividades características de la actividad científica, cabe esperar que esa imagen popular de la ciencia, en la que abundan los tópicos deformantes (como la imagen de los científicos asociada a «sabios despistados» que trabajan en solitario, aislados del mundo), persista incluso entre los profesores, influenciando negativamente nuestra enseñanza (2002, p. 478).

Lo señalado anteriormente, muestra que este tipo de enseñanza se ve sometida a críticas, sin embargo lo más fácil en ocasiones es hacer la enseñanza de las ciencias una

educación tradicional, por lo cual genera diferentes concepciones deformadas de la actividad científica como lo enuncian y explican los autores Fernández *et al.* (2002), el método científico como una serie de pasos que seguir mecánicamente, la ciencia como una actividad social neutra, como algo estático, a histórico o como independiente de otras ideologías, el conocimiento científico como algo de crecimiento lineal y la ciencia como una ideología descontextualizada. Cabe aclarar que estas concepciones están relacionadas con lo que muestran los libros de textos, pero como estudiante de la licenciatura en matemáticas y física en la Universidad del Valle, en el transcurso de mi educación logre evidenciar muchas de estas concepciones en nuestra formación como docentes, por lo tanto se busca que por medio de la propuesta de enseñanza alternativa se rompan algunas de estas concepciones en el aula de clases tanto de los estudiantes como del docente que utilizaría la unidad didáctica diseñada, ya que esta propuesta permite criticar a la ciencia, además de mostrarla cercana a los estudiantes mediante un contexto cercano a su realidad.

Por tal motivo la propuesta que se plantea involucra asuntos socio-científicos porque estas cuestiones que como se enunció anteriormente, acercan a las personas a la ciencia, porque las actividades científicas que se plantean en este tipo de asuntos son de interés para todos los ciudadanos, puesto que son actividades que afectan su realidad de manera directa, como lo señalan Henao *et al.* “es importante llevar a las clases de ciencias las controversias que se dan en el ámbito de las disciplinas científicas e identificar los criterios con los cuales los científicos apoyan o sustentan sus teorías, explicaciones, modelos y predicciones” (2013, p. 144), de modo que al proponer estos asuntos en el aula se busca que el estudiante tome una postura crítica sobre ellos desde diferentes ámbitos, como lo son lo social, lo político, lo económico, lo ético y lo cultural, con el fin de transformar realidades en las que vive y transformar por medio de su discurso la perspectiva de otros ciudadanos frente a esta actividad científica como el *fracking*.

Visto de esta manera, al involucrar en la enseñanza estos asuntos socio-científicos, buscamos formar sujetos políticos, como lo explican Henao *et al.*, que se informen de las problemáticas que suceden en su entorno, haciéndose reflexiones sobre estas con el fin de tomar una postura crítica con argumentos propios y con base en esto tome acciones para la solución de estas problemáticas en la búsqueda del bien común y de la justicia social (2013,

p. 155), de modo que al proponer este tipo de enseñanza que posibilite esta formación, se sale de lo tradicional volviéndose en una enseñanza alternativa, que no se enfoca en la memorización de conceptos, ni tampoco en la resolución de problemas por medio de cálculos desgastantes, sino que se entrelazan lo conceptual con una problemática que esté contextualizada en el entorno del estudiante, y que por supuesto esa problemática sea un asunto socio-científico.

No obstante, se busca una formación de un sujeto político, esto es, como lo enuncia Hoyos “el sujeto capaz y comprometido con la transformación social” (2015, p. 13), además añade “la idea de sujeto político, entendido como el sujeto que se piensa como actor activo de un espacio social que moviliza, adapta y se piensa su quehacer profesional” (2015, p. 31-32), pero además de eso, el autor hace referencia que también es importante que el profesor vea su rol como sujeto político, como un actor fundamental de esta sociedad, el cual se reconoce como un transformador de su contexto (Hoyos, 2015). Hay que tener en cuenta que, para formar a un estudiante como sujeto político, es necesario una serie de situaciones en su entorno que generen diversas controversias en diferentes ámbitos de la sociedad.

Se escoge la problemática de la fracturación hidráulica, ya que está generando muchas controversias en nuestro país, porque se quiere implementar en zonas localizadas según expertos de la Asociación Ambiente y Sociedad en Colombia⁴, en “los departamentos del Cesar, en el Valle Medio del Río Magdalena, en los departamentos de Tolima, Santander, Norte de Santander; en Boyacá y Cundinamarca, cerca del páramo de Chingaza” (2016, p.2). Aclarando que ya “hay un avance significativo en el departamento del Cesar, más precisamente en San Martín Cesar” (2016, párr. 7), también hay que tomar en consideración que no hay suficientes estudios sobre las consecuencias a corto, mediano y largo plazo que esta actividad científica logre desarrollar, por tal motivo se toman estudios de la implementación de esta actividad en otros países, sin tener en cuenta que cada lugar tiene diferencias en cuanto a su geografía, bien sea de la diferencia de suelos, de los tipos de rocas que se forman en el subsuelo, la profundidad de los pozos de aguas subterráneas y las diferentes fallas geológicas que pueden haber en nuestro territorio, estas son algunas de las

⁴ Esta asociación es una organización no gubernamental que busca generar cambios positivos en la regulación, las políticas, la toma de decisiones y las prácticas en asuntos ambientales.

razones por las cuales tomar estudios realizados en otros países no garantiza que sirvan en otro entorno diferente, por lo cual los daños que se podrían generar en el ambiente si llegase a ocurrir alguna tragedia, serían mucho más graves que al hacer una correcta implementación, por lo cual esta controversia está relacionada con ámbitos sociales, políticos, económicos y demás.

Asimismo, también está relacionado lo económico, a pesar de que la extracción de petróleo y de gases naturales generan muchas ganancias, estas no reparan los daños ambientales que se dan en las zonas de explotación, incluso esas ganancias no son propias del país, es por ello que no se debe hacer ciertas actividades sólo pensando en lo económico, porque en un futuro lo que se ha realizado se verá reflejado en la contaminación de los ríos, la escasez de agua potable, la pelea por territorios petroleros, reflejos que ya se notan en nuestra sociedad actual, por tal motivo como sociedad debemos formarnos para sobrevivir en el mundo en el que estamos y tener consciencia de que como sociedad no debemos cometer los mismos errores que se han cometido en años anteriores, los cuales han provocado guerras y demás conflictos nacional e internacionalmente.

Por lo tanto, al relacionar la enseñanza de la ciencia con los asuntos socio-científicos estamos mostrando a la ciencia como algo propio, algo cercano a nosotros, algo que podemos criticar, de ahí, como propuesta de enseñanza como ya se ha dicho anteriormente, también se plantea introducir la mecánica de fluidos, partiendo de conceptos como lo son los recursos naturales renovables y no renovables, esto con el fin de construir sobre los conocimientos de los estudiantes hasta llegar a explicar la mecánica de fluidos en reposo y en movimiento.

Hay que tener en cuenta que los estudiantes deben apropiarse del *fracking* como actividad científica y cómo ésta juega un papel importante en su contexto local y mundial, teniendo en cuenta que para entender la extracción de estos recursos naturales es necesario entender la física de fluidos en movimientos y en reposo, además de los principios de Pascal, el de Arquímedes, la viscosidad, densidad, y otros conceptos. Al tomar en cuenta todos estos conceptos, leyes y principios, al tratarse de un trabajo para estudiantes se debe ubicar bajo los estándares básicos de competencias en un grado de escolaridad específico, de tal manera la propuesta estará ubicada en el grado décimo, que según los estándares al terminar el grado

undécimo el estudiante debe explicar el comportamiento de fluidos en movimiento y en reposo.

Sin embargo, a pesar de que los estándares básicos de competencias son producción propia del mundo de la academia, solo se usaran como guía para ubicar los conceptos, leyes y principios en un determinado año escolar, ya que como se ha mencionado en párrafos anteriores esta producción busca formar para la civilidad que es el horizonte de este trabajo de investigación, una formación que exige como lo propone Henao *et al.* “confrontar las maneras como se entienden y circulan las ciencias y tecnologías, demanda cuestionar y problematizar las formas tradicionales de enseñanza y a la visibilización de las relaciones de poder que cruzan dichas actividades” (2013, p. 139).

Objetivos

Objetivo general

- Contribuir con la formación de estudiantes en formación inicial de profesores de física como sujetos políticos a través de la enseñanza del asunto socio-científico de la fracturación hidráulica en estudiantes de educación media.

Objetivos específicos

- Proponer la inclusión de los asuntos socio-científicos abordando el *fracking* en la educación media en física por medio de una unidad de didáctica de actividades diseñada para establecer una relación dialéctica entre conocimiento científico y la formación sociopolítica del sujeto.
- Identificar saberes de la práctica docente de pares mediante un ejercicio dialógico sobre un primer diseño de la unidad didáctica y que estos saberes aporten en su reconstrucción con el fin de que dichos pares se acerquen a la perspectiva de los asuntos socio-científicos y la formación de estudiantes como sujetos políticos.
- Proponer elementos de reflexión que aporten a la formación inicial de profesores como sujetos políticos a partir del uso de los asuntos socio-científicos para la enseñanza de la física.

Antecedentes

Teniendo en cuenta que esta investigación está enfocada en la formación de estudiantes como sujetos políticos por medio de ASC en particular la fracturación hidráulica, se pueden notar dos líneas teóricas en esta investigación, una de ellas es la formación de estudiantes como sujetos políticos, además de cómo el docente se ve como sujeto político y la otra línea es de la enseñanza de las ciencias utilizando los ASC, por lo tanto se han buscado investigaciones relacionadas a estas líneas, de las cuales cuatro de ellas hablan de la formación del docente como sujeto político y sólo una de estas trata la formación de estudiantes como sujetos políticos, mientras que para la otra línea teórica se buscaron dos trabajos de investigación y dos publicaciones en revistas.

Las investigaciones que nos dan una mirada amplia en cuanto a la primera línea teórica es el trabajo de grado titulado *La formación del docente de matemáticas como sujeto político desde el campo de la Educación Matemática Crítica*, realizado por la estudiante Cadenas J. en la Universidad del Valle en el año 2018, que tiene como objetivo principal “Caracterizar la formación (teórica y práctica) del docente de matemáticas como sujeto político, a través de los diferentes aportes de la Educación Matemática Crítica” (2018, p. 13), a pesar que es un trabajo enfocado en el docente de matemáticas, se pudo observar varias nociones importantes que nos competen.

Además de este trabajo de grado, retomamos otro trabajo de grado titulado *El maestro como sujeto político y sus implicaciones en el campo educativo y social* realizado en la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá por los estudiantes Álvarez *et al.* en el año 2013, que nos dará una perspectiva de cómo reconocer a un maestro como sujeto político y además muestra las implicaciones de docente en el campo educativo y social.

También se tendrá en cuenta la investigación de maestría realizada por el autor Hoyos (2015) en la Universidad del Valle, la cual se titula *El rol del profesor desde su concepción de ciencia, hacia la formación del profesor de ciencias naturales como sujeto político* que genera un acercamiento a la noción de formación del profesor de ciencias como sujeto político, una perspectiva que beneficia esta investigación, ya que su enfoque principal es el de ¿Cómo me veo yo como docente en la enseñanza de las ciencias? y el ¿cómo el profesor de ciencias es importante como actor fundamental en la enseñanza y formación de sujetos

político? y por último, para esta línea teórica también se tendrá en cuenta el estudio realizado por Henao *et al.* (2013) publicado en la Revista Latinoamericana de Estudios Educativos titulado *Formación científica en y para la civilidad: Un propósito ineludible de la educación en ciencias*, un artículo muy importante para esta investigación, pues articula la formación en ciencias con la formación de un sujeto político y además de ello, articula los ASC como método de enseñanza para llegar a la formación de un sujeto político.

Para la otra línea de investigación se toman tres trabajos, los cuales están relacionados con la enseñanza de las ciencias, desde la perspectiva de los ASC o las controversias socio-científicas, el primero de ellos es el del autor Vera Y., realizado en el año 2015 cuyo título es *Asunto socio-científico: Una manera para fortalecer la construcción de explicaciones a partir del estudio de casos-cáncer de mama*, el segundo es un artículo de una revista TED, realizado por Martínez L. en el año 2014 titulado como *Cuestiones socio-científicas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos*, y la última investigación fue realizada por Díaz & Jiménez-Liso y publicada como un artículo en la revista Eureka sobre la enseñanza y divulgación de las ciencias, en el año 2012 el cual se tituló *Las controversias socio-científicas: temáticas e importancia para la educación científica*. Estas tres investigaciones nos dan un aporte del cómo y por qué tratar los ASC en el aula de clases, además de mostrarnos resultados que pueden ayudarnos en nuestra investigación.

El profesor como sujeto político: para una formación del estudiante como sujeto político

Como se ha mencionado en párrafos anteriores, es importante que el profesor se muestre y se forme como un sujeto político, así como lo plantea Cadenas en su investigación *La formación del docente de matemáticas como sujeto político desde el campo de la Educación Matemática Crítica* (2018), en la cual busca como primera medida caracterizar la formación del docente de matemáticas como sujeto político, y para lograr esto se abordó la práctica del docente, en la cual se logró apreciar “que la consideración del contexto sociopolítico para los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, comienza a adquirir significado en la caracterización de la producción del conocimiento matemático de los docentes de matemáticas como sujetos políticos” (2018, p. 74) además de eso, se evidencio que “la acogida de las políticas curriculares de matemáticas y la implementación

de dichas políticas, las cuales terminan obstaculizando el desarrollo formativo del docente de matemáticas en la práctica en relación con su posicionamiento como sujeto político” (2018, p. 75), lo cual nos lleva a plantear, que, así como en las matemáticas las ciencias pueden verse obstaculizadas en el desarrollo formativo de los docentes por las diferentes políticas curriculares, políticas que buscan una formación para las pruebas estandarizadas tanto nacionales como internacionales. De esta investigación también es importante señalar la metodología implementada, ya que se basa en dos categorías, la primera es la observación del rol del docente y la segunda es el sentido sociopolítico de la práctica docente, permitiendo analizar el discurso del docente involucrado en el cual se reflejan sus subjetividades.

Por otro lado, en el trabajo de grado de Álvarez *et al.* *El maestro como sujeto político y sus implicaciones en el campo educativo y social* busca caracterizar al maestro mediante su práctica (en un hogar infantil) como sujeto político y además de ello, descubrir las implicaciones que tiene esto en el campo educativo y social, y para ver esto fue necesario implementar entrevistas a maestros con el fin de notar las subjetividades en su discurso, incluyendo también la implementación del enfoque narrativo, “que permite ampliar el conocimiento sobre los procesos, sucesos y entramados en el campo educativo, a través del punto de vista de los implicados, que pone a la luz la recuperación de la voz de los sujetos, al hacerla pública” (2013, p. 88), de este modo, se da una perspectiva del maestro como sujeto político, en la que se incluye que el maestro por sí mismo debe reconocer su subjetividad, además de involucrarse y asumir una postura en los diferentes contextos en los que actúa, de tal manera que al involucrarse se sensibilice de la realidad, y, por ende, como lo explica Álvarez *et al.*:

Se habla de un maestro que vuelve sobre sí mismo y sobre su práctica, auto reflexionando; un maestro con capacidad de construir discurso, que interroga y se interroga, con conciencia de sí y responsabilidad social y educativa, un sujeto que posee un saber pedagógico que lo constituye y es propio de su actuar, [...], un maestro con la capacidad de cultivar y ejercer la acción y la razón en simultaneidad (2013, p. 132)

Así, nos acercamos a la formación del docente de ciencias como sujeto político, por medio del trabajo de maestría de Hoyos (2015) *El rol del profesor desde su concepción de*

ciencia en el que se buscó caracterizar las concepciones de ciencia que tiene el profesor y sus relaciones con su práctica profesional, utilizando una investigación descriptiva e interpretativa, con el fin de recolectar información y datos que se encajaron en alguna de estas tres categorías: características del conocimiento científico, producción del conocimiento científico y propósitos de la enseñanza del conocimiento científico, lo cual lleva a pensar sobre el profesor como lo plantea Hoyos:

Un profesor que cree en su rol fundamental en la sociedad, se reconoce como un sujeto político el cual puede transformar el contexto en el cual se desenvuelve, sabe que conciliar sus posturas con las institucionales sin renunciar a los principios fundamentales de la ciencia como transformación social (2015, p. 96).

Este referente teórico nos muestra la importancia de ser un sujeto político en el aula de clases, por último se toma el trabajo realizado por Henao *et al* en la Universidad del Caldas en el año 2013, publicado en la Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia), una investigación que busca que la educación en ciencias, como un campo de conocimientos y como una práctica sociocultural, está pasando por un momento en el que se busca una construcción y análisis de las propuestas pedagógicas que permitan a los estudiantes afrontar de manera crítica y propositiva, las tensiones y contradicciones del mundo contemporáneo (2013, p. 134), además de esto también se debe tener en cuenta que en esta investigación se discuten 2 cuestiones, “por un lado, que toda propuesta de enseñanza está vinculada con una formación sociopolítica; y por el otro, que el énfasis en algunos aspectos formativos conlleva el desdibujamiento de otros” (2013, p. 135), por último, los autores concluyen que la presencia de cuestiones relacionadas con actividades científicas, se vinculan con una formación dirigida a aspectos como el respeto, bien sea por las pruebas como los puntos de vista de su compañero, un respeto que implica reconocimiento e incluye la posibilidad de cuestionamiento e interpelación (2013, p. 157).

La enseñanza de las ciencias involucrando los Asuntos socio-científicos

En esta línea encontramos investigaciones como lo es el trabajo de grado realizado por Vera, titulado *Asunto socio-científico: Una manera para fortalecer la construcción de explicaciones a partir del estudio de casos-Cáncer de mama* realizado en la Universidad del Valle, esta investigación busca “analizar y categorizar la construcción de argumentos y cuestionamientos que generan los estudiantes sobre la problemática socio-científica: estudio de casos cáncer de mama” (2015, p. 22), esto nos sirve en nuestra investigación, ya que relaciona un asunto socio-científico con la enseñanza de las ciencias, además nos da aportes en la recolección de datos, puesto que utiliza observaciones, grabaciones y cuestionarios, a fin de concluir que, el utilizar los asuntos socio-científicos en el aula se potencia la participación de los estudiantes, además de favorecer una educación crítica que contribuye con su formación ciudadana (2015, p. 95).

Por otro lado, se encontró un artículo publicado en la revista TED⁵, el cual fue realizado por Martínez en la universidad pedagógica nacional de Bogotá en el año 2014, que tiene como principal objetivo analizar los aportes de la utilización de las controversias socio-científicas en la formación de profesores de ciencias, para ello se presenta una revisión de investigaciones desarrolladas en las últimas décadas, en las cuales se involucren los CSC como problemática en las propuestas de enseñanza, además de eso, se destacan las características de las CSC y las intenciones didácticas de su implementación, el autor finaliza el artículo hablando de la importancia de la enseñanza de las ciencias con el fin de formar ciudadanos, y añade “Dicha formación implica una nueva comprensión de la naturaleza de la ciencia, que además de los aspectos epistemológicos y sociológicos abarque las implicaciones éticas, sociales, políticas y ambientales del desarrollo tecnocientífico” (2014, p. 89), pero señala también, que la comprensión por parte del profesorado de todo lo relacionado a los CSC y su implementación no resulta sencillo, estas cuestiones abarcan una amplio espectros de conocimientos que deben articularse (2014, p. 90).

⁵ La revista TED por sus siglas Tecné Episteme y Didaxis, tiene como fin dar a conocer y poner a discusión artículos originales de la comunidad de educadores e investigadores iberoamericanos en Educación en Ciencias Experimentales, Matemáticas y Tecnología, junto con los diversos avances que se presenten en estos campos de conocimiento.

Por último se toma un artículo divulgado en la revista Eureka sobre la enseñanza y divulgación de las ciencias, en el que sus autores Díaz & Jiménez realizaron en el año 2012 en la Universidad de Almería (España), en el que se busca exponer en qué consiste una controversia socio-científica, además de estudiar la relación entre las temáticas de las controversias que aparecen en la prensa y en la televisión, también se busca la posibilidad de involucrar estas controversias en el contexto escolar (2011, p. 54), para la realización de esta investigación es necesario abarcar revistas del ámbito iberoamericano:

Enseñanza de las ciencias, Eureka y Revista Electrónica de la Enseñanza de las Ciencias y del anglosajón, Public Understanding of Science Education, International Journal of Science Education, Research in Science Education, Science Education y Journal of Research in Science Teaching (2011, p. 58).

Dado que se hizo una revisión exhaustiva de estas revistas, se llegó a determinar que según, Dimopoulos & Koulaidis (2002) (citado en Díaz & Jiménez, 2012, p. 67) los resultados de las investigaciones sobre el tratamiento de estos conflictos socio-científicos en la prensa reflejan una visión mayoritariamente consensuada de la ciencia y relaciones entre científicos. En todos los casos estudiados se tiende a dar una imagen neutral de la ciencia la cual es favorecida no sólo por medios de divulgación e investigadores sino también por políticos, investigadores y demás actores que intervienen en este proceso.

Referentes Conceptuales

En este apartado se desarrollarán varias nociones, una de ellas es el sujeto, llevándolo a la conceptualización del sujeto político, luego de desarrollar esta noción, para mostrar la importancia del maestro como sujeto político en busca de dar una formación del estudiante como tal, para ello nos basamos en diversos autores, como lo son Martínez (2008), Hoyos (2015), Álvarez (2013), Cadenas (2018), entre otros. Además del desarrollo de la noción del sujeto, también es importante destacar el desarrollo de la noción de ciencias, vista desde un punto filosófico por Heisenberg (1985), con el fin de mostrar cómo es la enseñanza de las ciencias en la escuela para luego introducir los asuntos científicos como un enfoque para la enseñanza de las ciencias, tomando como referentes a Díaz & Jiménez (2012), Henao (2013), Vera (2015) y Arboleda (2016) y por último es muy importante ampliar en la actividad científica de la fracturación hidráulica tomando como referencia los libros, investigaciones y artículos respectivamente referenciados a continuación, de Heinberg (2014), Falco (2012), Young (2009), Gómez (2018) y Charry-Ocampo & Perea (2017).

Del Sujeto al Sujeto Político

Para llegar a una noción desarrollada del sujeto político, es una necesidad prioritaria definir lo que significa ser un sujeto, para ello definimos al sujeto como un ser social con capacidad de razonar, formar concepciones del mundo bajo una perspectiva propia de su naturaleza, además de eso, es importante verlo como un ser capaz de resignificar y comprender su realidad, buscando interpretar el contexto en el que se encuentra con el fin de modificarlo, asimismo, un planteamiento interesante es que “mientras el sujeto se construye y reconstruye el mundo se está construyendo así mismo fortaleciendo la idea de la no separación del sujeto y su mundo” (Hoyos, 2015, p. 53), por lo cual la visión del sujeto está dada como el ser que realiza procesos de conocimiento, reconocimiento, de reflexión y de comprensión, tanto interno como externo; lo interno se relaciona más con el pensamiento y lo externo con la acción. (Hoyos, 2015).

Del mismo modo, los autores Álvarez *et al.* enfatizan que el concepto del sujeto en la época moderna, está relacionado con la razón, con la capacidad propia del hombre de razonar, además añaden que “el sujeto tiene acceso a su propia conciencia, intimidad y a experiencias internas que le llevan a configurarse y a pensarse en primera persona.” (2013, p. 44), en este

orden de ideas podemos notar en ambas definiciones el sujeto como un ser potente capaz de decidir, reflexionar y actuar en y sobre el contexto en el que este convive.

Por otro lado, se encuentran cuatro autores retomados en el libro de Martínez (2008), los cuales son Touraine, Zemelman, Morin y Castoriadis, dando varias perspectivas de lo que es el sujeto para cada uno de ellos y la importancia del significado de este, en los siguientes párrafos se evidencia las distintas posturas, concluyendo con una relación entre estas posturas.

El primer autor expresa al sujeto como actor, un individuo con la capacidad de definirse como por sí mismo, como un ser que deja de ser una pieza del funcionamiento del sistema social y se convierte en el transformador de realidades en y para la sociedad, por lo tanto se puede decir que para Touraine, el sujeto además de verse a sí mismo como un ser individual, también es un ser social que busca un bien común siendo participe como actor de la sociedad en la que se encuentra, llegando a una diferencia del sujeto como un agente social con la característica de ser un buen ciudadano, que logra interiorizar los derechos y deberes. (Martínez, 2008, p. 80-81).

De este modo, se piensa al sujeto como un actor, una noción que es definida por Martínez como la capacidad de actuar para representarse, para ser autor de vida, de su historia tanto personal como social, pero además de eso el actuar, también hace referencia a liberarse de lo que se le ha impuesto y de la manipulación de las masas, desde lo descrito anteriormente, se puede reconocer el sujeto por su singularidad, el cual hace una reconstrucción libre y creativa de un proyecto personal, con el fin de orientarse a lo colectivo para así garantizar la existencia del sujeto individual y colectivo importante para la sociedad (2013, p. 80-81).

Por otra parte según Zemelman (1989) (citado en Martínez, 2008, p. 81-82), propone que al sujeto hay que mirarlo en su complejidad ya que al reconocer esta se puede potenciar su existencia, esto con el fin de contribuir en la constitución de voluntades sociales, además de esto el sujeto se caracteriza por ser un ser con conciencia de ruptura, que se salga del conformismo en el que se mantiene o en el que se le quiere impregnar, un ser potente que por medio de sus capacidades puede actuar con la voluntad de tener una postura elegida por el

mismo, además de ello busque generar una acción para mejorar o construir realidades y construya proyectos para la sociedad.

Además de estas dos posturas, se añaden las otras dos, como lo son la de Morin y Castoriadis, el primero busca mostrar a “el sujeto es autor, capaz de reflexionar, de realizar elecciones, de tomar decisiones, el sujeto es autonomía y auto-organización relativa y relacional, dependiente del entorno biológico, cultural y social” (Álvarez, 2013, p. 46), además de ello, Martínez explica que según Morin la noción de sujeto está atribuida a un concepto de autonomía y auto organización que no son aceptados como una libertad absoluta, sino relativa y relacional, ya que depende del entorno biológico, social y cultural en el que se encuentre el sujeto y a la incorporación del concepto de libertad que supone la capacidad para concebir y realizar elecciones y además llevarlas a cabo (2008, p. 83). Mientras que para el autor Castoriadis “el sujeto[...] desde su nacimiento está inmerso en un campo histórico-social y colocado bajo la influencia del imaginario colectivo instituyente de la sociedad” (Martínez, 2008, p. 85). También hay que tener en cuenta, que el sujeto individual no puede ser libre en soledad, por lo que tampoco este sujeto estará alejado de alguna sociedad, por tal motivo para la Castoriadis es importante desarrollar en las sociedades la capacidad de cuestionar e interrogar sobre lo que se les ha impuesto, bien sea por leyes o fundamentos, esto es a lo que él denomina la acción del sujeto.

De estas posturas podemos encontrar que en general los autores reconocen el sujeto como un sujeto potente, con capacidades de reflexionar, decidir y actuar frente a diversos asuntos sociales, también con capacidades de conectarse con el mundo, para resignificarse y resignificar el contexto en el que habita, esto implicaría al sujeto pensar sobre su existencia y el papel que desarrolla como un actor de la sociedad.

De lo anterior, tenemos la idea de lo que significa sujeto, ahora se definirá lo político, el cual es definido por Hoyos como:

lo político puede definirse como aquellos aspectos, asuntos, estructuras, fundamentos que soportan una visión de mundo o de sociedad; es decir los asuntos que tiene que ver al modelo de sociedad, al modelo de país que queremos y a la manera como ciudadanos interpretamos y participamos en la construcción de las formas de relacionarnos y participar de manera

crítica y reflexiva, en este sentido y desde la posición más amplia lo político está relacionado con la idea de lo Público (2015, p. 53).

Esta definición, se contrasta a la definición que en muchos casos se relaciona al concepto del Estado, como una entidad que se encarga de regular ciertos asuntos sociales, políticos, culturales y demás. Por otro lado encontramos que Valero, 2002, (citado en Cadenas) define el adjetivo político como un “ser actuante y generador de sus condiciones sociales y materiales de vida” (2018, p. 25), de acuerdo con estas dos posturas en el que se muestra que cuando nos referimos a político estamos alejados de los actos políticos que están relacionados con el estado y recapitulamos, lo político con la idea de lo público, con la idea de ser un ser político implica estar relacionado con los aspectos que fundamentan la visión del mundo o sociedad como un ser actuante y generador de sus condiciones sociales.

Dado estas definiciones de lo que significa sujeto y lo político, se entiende por sujeto político como seres de acción con derechos y deberes, capaces de asumir una postura reflexionando, debatiendo, criticando y participando de asuntos que afecten su bienestar, de modo que se involucre en el mundo con el fin de transformar realidades que se le han impuesto durante el transcurso de los años.

Por tal motivo, se puede evidenciar que la educación juega un papel fundamental en la ciudadanía, ya que por medio de esta las personas tienen la posibilidad de potenciar ciertas habilidades y cualidades que puede llevar al sujeto como un sujeto político, un sujeto que logre por medio de sus expresiones, bien sean orales, gestuales o de acto, un “cambio” primero en su forma de pensar las realidades que se le muestran, segundo que pueda criticar con fundamentos todo aquello que afecte sus derechos y deberes como ciudadano y tercero que por medio de sus actos y sus expresiones logre expresar su inconformidad sobre esas realidades que se le muestran, con el fin de que las transforme.

Hay que considerar que es fundamental que, para la formación de un sujeto político, el maestro debe verse como tal, ya que él juega un papel fundamental tanto en la educación como en la sociedad, es por esto que el maestro debe tener claridad en sus ideales sobre el asunto que va a trabajar, este ideal o perspectiva la obtiene de acuerdo a la investigación que él ha realizado y las evidencias que le respaldan esa perspectiva, sin embargo, esta

perspectiva puede ser transformada dentro del aula de clases, esto quiere decir que la perspectiva que tenga el docente no debe inculcarse como verídica y única, además de que no debe ser parcializada ni sesgada.

Para que se pueda lograr un espacio en el que tanto el docente como los estudiantes se puedan formar como sujetos políticos, se necesita una enseñanza alternativa de las ciencias, una que pueda posibilitar dicho proceso de transición y de formación, es por tal motivo que se opta por los ASC como enseñanza alternativa tomando el *fracking* como ASC, como ya se ha descrito anteriormente es una actividad controversial en la cual se pueden generar muchos debates, discusiones, lluvia de ideas, reconocimiento de ideas propias y de sus compañeros de modo que se pueda recolectar mucha información en la que se evidencie como el estudiante logra potenciar su discurso o muestre algunos cambios en este en pro de la formación como un sujeto político.

Hacia una enseñanza alternativa de la ciencia

En el transcurso de los años se ha logrado evidenciar una enseñanza de la ciencia tradicionalista reacia a otro tipo de enseñanzas alternativas, una enseñanza según García (2012) enunciado en Vera (2015), enmarcada por la transmisión de conocimientos que omiten en muchos casos las capacidades, ideologías y las experiencias de los estudiantes, una enseñanza que busca que los estudiantes repliquen lo que les transmite el docente como un sujeto privilegiado del conocimiento, el cual es producto de la imagen que le muestran de la ciencia como única, verdadera e irrevocable. Esto nos muestra que la enseñanza tradicional sigue regida bajo un modelo conductista, en el cual no se garantiza que el estudiante pueda construir sus propias ideas y que por medio de estas tenga un aporte significativo en su entorno social, además de ello, esta enseñanza es muy monótona, predecible y hasta procedimental en algunos casos, hablando desde experiencias propias, el docente en muchos casos inicia la clase con la definición conceptual del tema a tratar, luego da una representación matemática de este concepto, después realiza la resolución de problemas relacionados con este concepto, bien sean propuestos por el mismo o desde un libro de textos y por último generalmente se muestra cómo se puede evidenciar este mediante experimentos, es importante resaltar que este tipo de enseñanza de las ciencias está dirigida para la

preparación de los estudiantes para las pruebas saber, que solo se enfoca en la resolución de problemas.

De acuerdo con lo anterior, esta investigación busca una enseñanza de las ciencias que salga del tradicionalismo, que “los estudiantes observen otros elementos “escondidos” que tradicionalmente no se muestran, aspectos relacionados con el impacto social, económico y político como consecuencia de decisiones y “avances” académicos o investigativos en el campo de las ciencias” (Hoyos, 2015, p. 40). Por tal motivo la propuesta de enseñanza de las ciencias que se pretende abordar es por medio de los asuntos socio-científicos, porque estos asuntos generan diversas controversias en los diferentes ámbitos de la sociedad y sin lugar a dudas en la disciplina en cuestión, por lo cual tratar un asunto de estos puede generar grandes beneficios en la enseñanza de las ciencias.

Asuntos socio-científicos como enseñanza alternativa de la ciencia

En este apartado se desarrolla la noción de los ASC, una noción planteada por Levinson, 2006, (citado en Álvarez, 2013, p.35), el cual entiende los asuntos socio científicos como situaciones controversiales enlazadas a las diferencias de la naturaleza y el contenido de la ciencia, así como el impacto social de la ciencia y la tecnología.

Una definición que en concordancia con autores como Sadler y Zeidler, 2005, (citado en Henao *et al*, 2013, p. 144), definen los ASC a conceptos, productos, procedimientos y técnicas científicas, y reiteran que por ser asuntos controversiales generan polémicas, que se constituyen en dilemas que vinculan consideraciones en los ámbitos ético, político, económico y ambiental. Por otro lado, al ser asuntos controversiales generarán diversos debates sobre estos mismos, debates que según Osborne *et al*. 2004, (citado en Henao *et al*, 2013, p.144), ayudarían en el aula de clases a identificar ciertos criterios con los cuales los científicos apoyan o no las teorías propuestas, además de analizar sus explicaciones, los modelos planteados y las posibles predicciones que puedan llegar a ocurrir en ese asunto.

Los asuntos socio científicos se caracterizan según Álvarez porque no tienen una respuesta única, ya que al estar relacionado con distintos ámbitos llega a tener una gama amplia de debates desde diferentes perspectivas, que pueden desenvolver distintas respuestas y soluciones dependiendo del razonamiento del sujeto o estudiante en este caso, por otra

parte, cabe aclarar que al ser asuntos que involucran la actividad científica es necesario tener en cuenta las leyes, principios, teorías, conceptos y demás para la comprensión de dicha actividad (2013, p. 36). Así, al involucrar estos asuntos se busca en el estudiante según Zenteno (2010) una actitud crítica y argumentativa teniendo en cuenta el contexto de la actividad científica con claridad de los diversos ámbitos implicados en esta, además de tener la posibilidad de tomar postura sobre la ciencia como un proceso social y que por ende no debería tener un lugar privilegiado sobre otros procesos sociales, que así como dichos procesos esta también tiene ciertos sesgos e ideologías que hacen perder credibilidad de sus evidencias para dichas actividades científicas.

Para finalizar, los autores Hoffman, Duso, Silvério & Regina, 2013, (citado en Álvarez, 2013, p. 37) dicen que los ASC puede lograr la posibilidad de trabajo entre distintas disciplinas o áreas de conocimiento en el aula de clases, además de la posibilidad de que los profesores tengan una planificación conjunta y no menos importante la integración de la escuela con otros sectores de la comunidad, con el fin de que lo que se enseñe o lo que se aprenda no se quede solo en el aula de clases, de modo que se identifiquen situaciones problemas fomentando en el estudiantado e inclusive en los profesores la iniciativa de investigar e indagar sobre estos problemas, buscando estrategias alternativas de la enseñanza de las ciencias.

La fracturación hidráulica *fracking* como asunto socio-científico

En esta sección se explicará de forma detallada en qué consiste la fracturación hidráulica *fracking* haciendo un recuento histórico, en el que se evidenciara como se llevó a cabo en países pioneros en esta actividad científica, también de denotar las diferentes problemáticas y beneficios del uso de esta actividad en épocas pasadas, con el fin de llegar a la actividad científica en la actualidad, mostrando avances en diferentes países y también discusiones en otros cuantos, además están relacionadas con problemas ambientales en su gran mayoría, económicos, sociales y políticos. Finalmente se contextualiza este asunto socio-científico en Colombia presentando el panorama actual desde los distintos ámbitos sociales ya señalados unas líneas antes, pero para iniciar a exponer lo descrito anteriormente, primero se hará una introducción de lo que es el petróleo, desarrollando este concepto hasta

el punto de entender y comprender la importancia de este recurso natural no renovable en la actualidad.

El petróleo: un recurso natural no renovable

Hoy en día tenemos un recurso natural tan potente en la parte industrial que es el motor de nuestra economía actual, un recurso que sirve para generar energía que es usada como combustible para aviones, automóviles, barcos y toda la maquinaria industrial que necesite gasolina o *diesel*, de modo que el petróleo sirve para un sin fin de cosas en la parte industrial, es por ello que se expone como el recurso natural que mueve el mundo. Al respecto Heinberg plantea que, si se llega a eliminar el petróleo en estos momentos la economía mundial se colapsaría en pocos minutos, además él señala que a pesar de que al ser este un recurso natural tan importante para la sociedad en la actualidad fue descubierto comercialmente en la década de 1850 cuando se perforó el primer pozo para extraer este recurso, que en aquella época no era tan indispensable para la sociedad como lo es ahora (2014, p. 31).

Debemos tener en cuenta que el petróleo es un recurso natural no renovable, ya que este al igual que el carbón y el gas natural provienen de combustibles fósiles que en su gran mayoría se forman por zooplancton, algas prehistóricas y restos vegetales que se encuentran debajo de la tierra, más específicamente en el subsuelo terrestre hace aproximadamente 150 millones de años atrás. El petróleo que es extraído del subsuelo no es utilizado tal cual, para su utilidad y que genere más ganancias es refinado haciendo que el crudo se vuelva más ligero y menos denso lo cual genera una sustancia de petróleo en un mayor volumen, sin embargo, según US EIA⁶ (citado en Heinberg, 2014, p 39) la definición de petróleo incluye a los líquidos del gas natural como lo son: Metano, Propano y Butano, además añade que los biocombustibles como el etanol y el biodiesel también entran en esta definición, por lo cual el autor explica que:

Cuando las agencias oficiales califican como petróleo a los
biocombustibles y a los líquidos del gas natural, inmediatamente las

⁶ Energy Information Administration: Administración de información energética de Estados Unidos, La EIA recoge, analiza y difunde información independiente e imparcial de energía para promover la formulación de políticas racionales, mercados eficientes, y la comprensión pública de la energía y su interacción con la economía y el medio ambiente.

estadísticas muestran que la producción mundial del petróleo está incrementándose durante los últimos años. cuando estas sustancias se restan de la contabilidad, desaparece casi todo el crecimiento (2014, p 40).

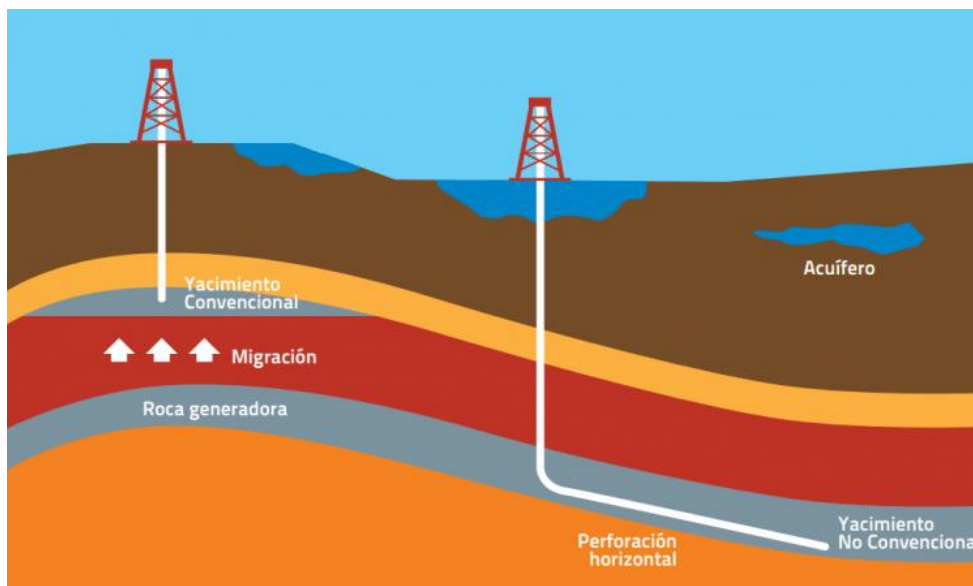
El petróleo se extrae de dos tipos de yacimientos, los más comunes son los yacimientos convencionales, los cuales son explotados para sacar gas natural y petróleo en muchos casos sin la necesidad de usar la técnica del *fracking*, estos yacimientos consisten en una explotación directa hacia el pozo en las cuales se pueden hacer derramamientos de crudo además de muchos más problemas ambientales que conlleva, mientras que los yacimientos no convencionales a pesar de obtener los mismos recursos naturales. Por tanto es necesario una perforación del subsuelo direccionada, primero de forma vertical -como en los yacimientos convencionales- (ver Figura 1), pero al llegar a una cierta profundidad se perfora el subsuelo de forma horizontal para luego realizar el proceso de expansión y de extracción del recurso natural. El Estado colombiano (citado en Gómez *et al.*) define los YNC⁷ como:

Una formación rocosa con baja permeabilidad primaria a la que se le debe realizar estimulación para mejorar las condiciones de movilidad y recobro de hidrocarburos. Los yacimientos no convencionales incluyen gas y petróleo en arenas y carbonatos apretados, gas metano asociado a mantos de carbón (CBM), gas y petróleo de lutitas (shale), hidratos de metano y arenas bituminosas (2018, p 24.)

⁷ Yacimientos no convencionales.

Figura 1

Geología de yacimientos convencionales y no convencionales.



Nota. Tomada de Asociación Colombiana de Petróleo (ACP), Copyright 2017

De acuerdo con esta información, podemos evidenciar que de los YNC contienen distintos recursos naturales, que son extraídos mediante la práctica del *fracking*, recursos que son explicados en la siguiente tabla:

Tabla 1

Tipos de recursos no convencionales en los que puede usar el fracking

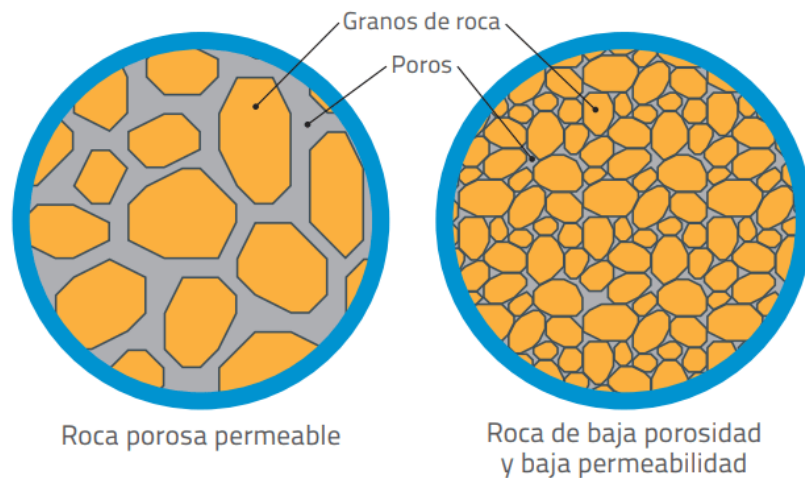
Recurso no convencional	Definición
Gas de lutita (Shale)	Es el gas extraído de lutitas, que son rocas sedimentarias clásticas, bien depositadas, con partículas del tamaño de arcillas, y que pueden ser consideradas como roca madre y/o sello.
Petróleo de lutita (Shale)	Se trata del petróleo extraído después de un proceso de recobro, en rocas sedimentarias de grano fino ricas en un material orgánico inmaduro llamado kerógeno.
Gas asociado a mantos de carbón	Es gas natural que está almacenado (o absorbido) en vetas de carbón a gran profundidad. Se extrae en

	operaciones de minería de carbón para evitar explosiones.
Gas y petróleo en rocas apretadas	Es el gas o petróleo extraído en yacimientos de areniscas con permeabilidades menores a 0.1 mD (mili-Darcy). Se les denomina “apretadas” debido a su baja permeabilidad ya sea por cementación, compactación, baja selección y presencia de granos finos.

Nota. Recuperado de Gómez *et al.* Asociación Interamericana para la Defensa de Ambiente. Copyright 2018 por la Fundación Heinrich Böll Oficina Bogotá - Colombia.

Figura 2

Diferencia de porosidad entre lutitas de yacimientos no convencionales y rocas comunes de los yacimientos convencionales.



Nota. Tomada de asociación colombiana de petróleo (ACP), Copyright 2017.

De lo anterior podemos evidenciar que por medio del *fracking* no solo se extrae petróleo, pero hay que tener en cuenta que para la extracción de dichos recursos se necesita

mucha tecnología y energía, ya que para su extracción sea beneficiosa se debe romper las lutitas (Shale) que según el autor Charry-Ocampo & Perez son:

Rocas sedimentarias más abundantes en la corteza terrestre, que están compuestas de partículas de arcilla consolidadas, generadas como consecuencia de la deposición lenta y continua de sedimentos, principalmente marinos. Estas rocas contienen aproximadamente un 95 % de materia orgánica; además, tienen la capacidad de absorber y liberar gran cantidad de humedad (2017, p 143).

Es por tal motivo que se deben hacer fracturas en estas rocas para que se abran grietas en la roca y que el recurso natural fluya por estas, pero para hacer este tipo de fracturas se deben utilizar explosiones controladas, además del uso excesivo de agua dulce que luego de la actividad de extracción no será utilizable para ningún ser vivo existente en el planeta un tema muy importante, ya que el agua es el recurso natural no renovable más importante para la existencia de la humanidad. Sin duda alguna un tema muy importante en esta investigación que se retomara adelante con mucha más profundidad, además que se presentara una pequeña historia de esta actividad científica, también de las implementaciones de estas mismas, a eso se le suma toda la explicación técnica de la actividad y finalmente la actualidad de esta actividad en distintos países.

Historia, implementación y actualidad del *fracking*

La fracturación hidráulica o *fracking* es una actividad científica de no hace más de 60 y 70 años, pero hay que aclarar que la extracción de petróleo del subsuelo viene dándose alrededor desde los años 1850 según estudios realizados por Heinberg (2014), en los que se le adjudicó la patente a un coronel estadounidense que introdujo por medio de un pozo cargas explosivas que las hacía explotar para fracturar los poros y que por estos fluyera el petróleo). Por otro lado el *fracking* hizo su primera aparición en los 40's, cuando una compañía en Estados Unidos logró “llevar a cabo el primer experimento de fractura hidráulica en el yacimiento de gas de Hugoton del suroeste de Kansas” (Heinberg, 2014, p 55), pero pasaron dos años más para que se hiciera la primera aplicación comercial de esta actividad científica, logrando que esta actividad científica se extendiera a lo largo de los años

por toda la industria petrolera a partir de los 70's, sin embargo por la poca tecnología de la época, no se llegaron a perforar los YNC.

Según Gómez *et al.* pasaron dos décadas para que el gobierno estadounidense invirtiera alrededor de 137 millones de dólares para promover la extracción en distintos YNC y la perforación horizontal, que se hizo posible gracias a George P. Mitchell, quien fue el pionero en la perforación horizontal en la extracción en un pozo localizado en Barnett, Texas, (2018, p. 28) por consiguiente esta práctica se fue volviendo muy llamativa para las industrias petrolíferas, pero aun así se puede notar que esta actividad científica es muy nueva, además de que por ser tan nueva apenas están surgiendo cambios y ajustes tecnológicos para su correcta implementación.

Aunque se han buscado distintas maneras de que su implementación por medio de avances tecnológicos sea menos dañina para el medio ambiente, se ha descubierto casos en los que se notaron unos primeros impactos negativos en la salud pública y ambiental que han llevado a distintas comunidades, países, naciones, estados y gobiernos a poner el *fracking* como una actividad prohibida o en algunos casos como una actividad moratoria en la que se analizan datos, se hacen pruebas piloto y se hace un consenso sobre su implementación. Algunos países que prohibieron esta actividad científica son: Francia, Dinamarca, Bulgaria, Alemania, Irlanda, Escocia y Uruguay, entre otros, prohibiciones que se han venido dando desde el 2011 y que aún muchos países se están uniendo a esta corriente de prohibir esta actividad, en la siguiente tabla:

Tabla 2

Prohibiciones y moratorias para el fracking en el mundo (2011-2018)

Francia (2011)	Prohibición. Ley 835 de 2011. Ratificada por la Corte Constitucional con la sentencia 346 de 2013.	- La ley se sustenta en la Carta Ambiental de 2004 y en los principios de prevención y de corrección previstos en el Código Ambiental. - Francia prohibió la explotación de todos los tipos de hidrocarburos, convencionales y no convencionales, igualmente estipuló que en 2040 se prohibirá la venta de vehículos
----------------	---	--

			que funcionan con gasolina y gas (Gobierno de Francia, 2017).
Dinamarca (2012) 	Moratoria indefinida (Vinson & Elkin, 2016).	Este país espera cubrir 51% de sus necesidades energéticas con energía eólica en 2020 y ser totalmente libre de combustibles fósiles en 2050 (Statu of Green, 2015).	
Bulgaria (2012) 	Prohibición	Igualmente revocó un permiso que se había otorgado para hacer fracking (BBC News, 2012).	
Estados Unidos (2012) Vermont 	Prohibición. Ley 152 de 2012.	Primer Estado de Estados Unidos en prohibir el fracking	
Estados Unidos (2012) Nueva York 	Prohibición (moratoria desde 2008). Gobernación de Nueva York.	Decisión tomada con base en la recomendación del Departamento de Salud Pública del Estado de Nueva York en Revisión de literatura científica sobre los impactos del fracking publicada en 2014 (Departamento de Salud Pública, 2014). Igualmente, el Departamento de Conservación Ambiental (2015) publicó una revisión sistemática de la literatura científica sobre los impactos del fracking. El Estado de Nueva York se encuentra sobre la formación Marcelas, con abundantes reservas de gas de esquisto (Protección Ambiental, s. f.).	
Canadá (2015) Provincia de New Brunswick	Prohibición mediante la regulación 2015-28 bajo la Ley de Gas Natural y Petróleo (O.C. 2015-	El Departamento de Salud Pública de New Brunswick (2012) publicó un reporte con recomendaciones ante los riesgos en la	

	138) (Instituto de Información Legal, 2015).	salud asociados al gas de esquisto. Cuatro años después, se publicó el reporte de la Comisión sobre fracking de New Brunswick (2016). Durante 2018, en la provincia de Quebec se revisó la opción de prohibir el fracking y de fortalecer los estándares para hidrocarburos convencionales (CBC, 2018).
Alemania (2016) 	Prohibición (con algunas limitaciones) (Deutscher Bundestag, 2016).	La prohibición se revisará en 2021 (Agencia Federal del Medio Ambiente, s. f.).
Brasil (2016) Estado de Paraná 	Moratoria indefinida (Vinson & Elkin, 2016).	En el párrafo del artículo 1º de esta ley se explica que “[l]a suspensión de que trata este artículo tiene como objetivo la prevención de daños ambientales ocasionados por la perforación del suelo con el fracturamiento hidráulico”.
Estados Unidos (2017) Maryland 	Prohibición	La ley de prohibición se aprobó mediante la legislatura estatal y la firmó el gobernador del Estado Larry Hogan en abril de 2017 (Asamblea General de Maryland, 2017). El gobernador declaró: «debido a la posición de Maryland en el país y nuestra riqueza de recursos naturales, nuestra administración ha concluido que los posibles riesgos ambientales del fracking superan cualquier beneficio potencial» (State Impact Pennsylvania, 2017).
Argentina (2017) Provincia de Entre Ríos	Prohibición mediante la ley 10477 de 2017 de la Legislatura de la Provincia de Entre Ríos.	Esta decisión se sustenta en el artículo 41 de la Constitución Nacional de Argentina, que consagra el derecho a un ambiente sano. Igualmente, se fundamenta en el

		Acuerdo sobre el Acuífero Guaraní celebrado entre Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay; Ley 26.780 de 2012.
Irlanda (2017) 	Prohibición. Ley de prohibición del fracturamiento hidráulico (Legislatura de Irlanda, 2017).	Esta prohibición no incluye los yacimientos de petróleo que se encuentren costa afuera (off-shore). Mediante la ley 103 de 2016, Irlanda ordenó a la Agencia de Administración del Tesoro Nacional vender sus activos en compañías de combustibles fósiles en un plazo de cinco años a partir de la entrada en vigencia de la ley, esto para cumplir con su compromiso del artículo 2 del Acuerdo de París (Legislatura de Irlanda, 2016).
Escocia (2017) 	Prohibición (moratoria desde 2015) (The Guardian, 2017).	En su documento de posición de política pública sobre hidrocarburos no convencionales, el gobierno de Escocia (2018) explica lo siguiente: “[l]a transformación del sistema de energía de Escocia, como parte del impulso para enfrentar el cambio climático, tiene el potencial para traer oportunidades económicas y sociales significativas a individuos, empresas y comunidades.
Australia (2017) Victoria 	Moratoria en el territorio continental hasta 2020.	Esta decisión se tomó con fundamento en un reporte de personas expertas al Parlamento de Victoria (2015).
Uruguay (2017) 	Prohibición. Ley 19585 de 2017.	El artículo 3° de esta ley ordenó la creación de una Comisión Nacional de Evaluación Científica y Técnica que reúna y analice el conocimiento existente sobre fracking y YNC en Uruguay y sus consecuencias en términos del artículo 47

de la Constitución de la República, que consagra la protección del medio ambiente como asunto de interés general. En la exposición de motivos, de la ley, se señaló: «Uruguay ha logrado avanzar exitosamente en una política de Estado basada en la diversificación de su matriz energética priorizando el desarrollo de las energías renovables y ha demostrado que ello es económicamente viable y ambientalmente saludable. La política de cambio climático recientemente adoptada tiende a la producción limpia y la baja de emisiones de GEI, por lo tanto apuesta a las energías renovables» (Cámara de Representantes, 2017).		
España (2018) Castilla-La Mancha 	Moratoria. Ley 1ª de 2017.	Ley declarada constitucional por la sentencia 6240 de 2017 del Tribunal Constitucional de España. En la exposición de motivos de esta ley, se reseñan los problemas específicos del fracking relativos al ambiente y a la salud pública.

Nota. Recuperado de Gómez *et al.* Asociación Interamericana para la Defensa de Ambiente. Copyright 2018 por la Fundación Heinrich Böll Oficina Bogotá-Colombia.

Como se puede ver, diferentes países alrededor del mundo están prohibiendo esta actividad científica, convirtiéndose en una actividad científica muy problemática en la actualidad por dos motivos, el primero se desarrolla bajo su implementación ya que en esta se utiliza fuentes hídricas que no podrán ser reutilizables, además de diversos problemas en cuanto a las fallas geológicas, sismos o la exposición de gases inflamables, y el segundo

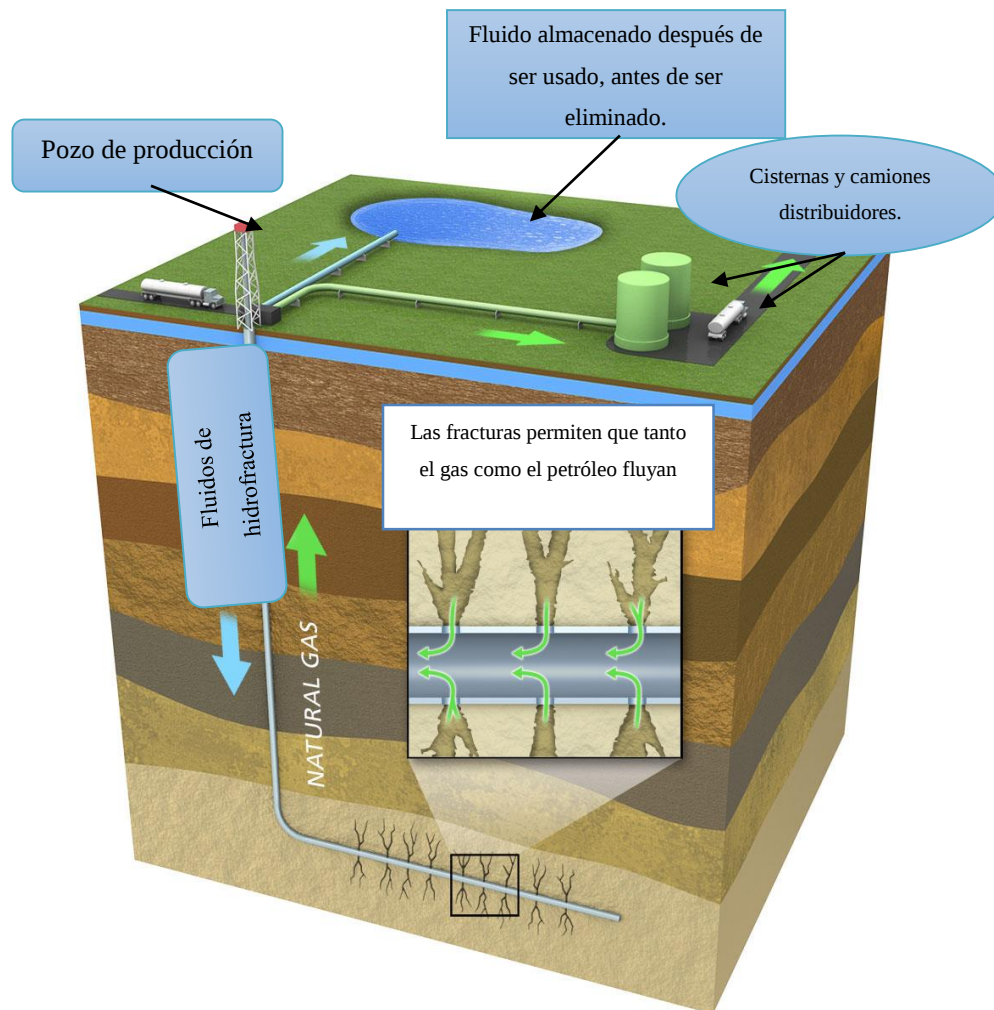
motivo se desarrolla en los daños ambientales que causa el *fracking* en las distintas zonas en las que se realiza o aledañas.

La implementación del *fracking* en distintos países empieza según Charry-Ocampo & Pérez (2017), con un estudio geológico o exploración del terreno en donde se va a perforar el suelo, para ello se utilizan distintos métodos y técnicas que garanticen que la inversión que se hará si valga la pena, una de las técnicas más usadas son los métodos sísmicos de tecnología geofísica que toma imágenes de 3D del suelo y del subsuelo para así guiar las perforaciones, para ello se hacen unos agujeros de 5 a 20 metros de profundidad en los cuales se deposita dinamita y se hace explotar con el fin de que las ondas generadas por la explosión emitan una señal de movimiento que es transformada por un geófono a una señal eléctrica que otros equipos toman esa información y la interpretan generando las imágenes en 3D del terreno desde el subsuelo.

Después de verificar que esa ubicación es perfecta para hacer la perforación en el subsuelo se debe pasar a construir, para ello primero se debe tener todo el papeleo de arrendamiento, ambiental y social, además hay que tener en cuenta que la construcción de estas estructuras genera en las zonas aledañas mucha contaminación y destrucción de los ecosistemas, del suelo, de la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea, ya que se necesitan abrir vías por las que pasen camiones con material de construcción destruyendo a su alrededor lo descrito anteriormente.

Figura 3

Diagrama esquemático de un pozo horizontal de gas o petróleo de lutitas.



Nota. Tomado de Fracking el bálsamo milagroso y adaptado para este trabajo. Copyright 2014

Después de hacer la respectiva construcción de la estructura de perforación se inicia la perforación de forma direccionada “es decir, se empieza verticalmente y a determinada profundidad se desvía hasta alcanzar una posición horizontal en la formación que contiene el gas o el petróleo” (Charry-Ocampo & Pérez., 2017, p. 145). Esta perforación es de una profundidad de entre 1500-2000 metros, la cual es hecha por una broca que gira rompiendo todo a su paso, pero además de la broca, se necesita fluido de perforación⁸, ya que este es necesario para que la broca pueda cumplir con su trabajo continuo sin ningún tipo de impedimentos, cuando se llega a la profundidad necesaria se encuentran en general los pozos

⁸ Este fluido es utilizado básicamente para reducir la fricción, enfriar y lubricar la broca, además de arrastrar hacia la superficie la roca triturada por la broca, cabe aclarar que estos fluidos son en base de agua o aceite, también se le añaden partículas sólidas como arcilla y coloides para que este fluido quede viscoso.

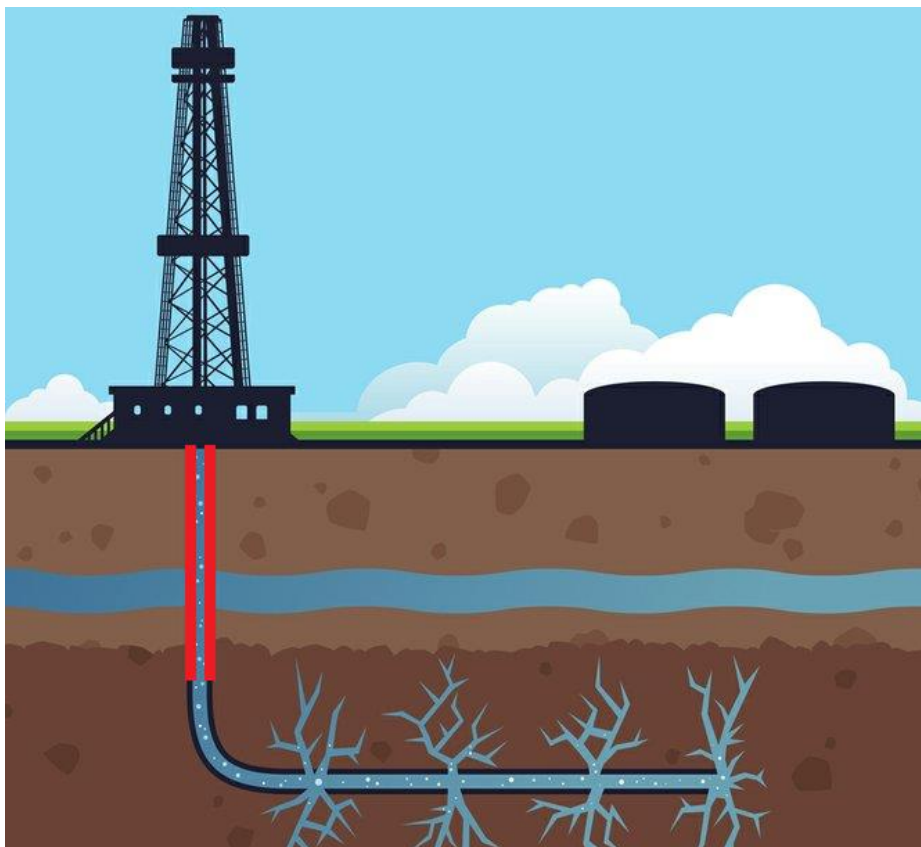
de lutitas (Shale), cabe aclarar que las aguas subterráneas o fuentes potenciales de agua potable están por encima de esa profundidad, ósea que esta perforación va más allá de las aguas subterráneas.

Es preciso señalar que, durante la perforación se hace una instalación de tubos de revestimiento de acero y cemento cubriendo la perforación (ver Figura 3), esto con el fin de que mientras se realice la perforación no se contaminen el agua del subsuelo, además de ello, se hace con el fin de que al hacer la fracturación hidráulica los fluidos utilizados en esta no se esparcen por los alrededores. Adicionalmente a esto, los autores Charry-Ocampo & Pérez resaltan que:

La cementación defectuosa de la carcasa de revestimiento o problemas de integridad de esta pueden derivar en la migración de gas metano termogénico a los suministros de agua. Es posible que esta situación se presente durante todo el ciclo de vida del pozo y puede agravarse por las pulsaciones y vibraciones durante el proceso de perforación. Por otra parte, las fugas de metano en la perforación pueden generar explosiones imprevistas en el subsuelo (2017, p. 146).

Figura 4

Tubos de revestimiento (Rojo) para que la perforación vertical no contamine aguas del subsuelo.



Nota. Tomado de Noticias Uvirtual, Díaz Real (2016). Copyright 2016.

Una vez realizada la perforación vertical, se procede con la perforación horizontal que consiste en abrirse paso entre las rocas con la broca unos 300 metros aproximadamente, sin embargo, la perforación horizontal no está contenida por el tubo de revestimiento aumentando las posibilidades de que se contaminen aguas del subsuelo, luego de hecha la perforación tanto vertical como horizontalmente, se procede a la fractura de las lutitas.

Luego de terminar toda la perforación Heinberg explica que se introduce un artefacto que es conocido como “el cañón de perforación” hasta la parte más profunda del pozo, con el fin de que este artefacto dispare pequeñas cargas explosivas que agujerean y generan grietas en las rocas (no lutitas) (2014, p. 59). De ahí, se continua con la fracturación de las lutitas que se realiza con millones de litros de agua (en la mayoría de casos) mezclada con aditivos químicos y agentes apuntalantes, el agua que se usa en este proceso “son típicamente provistos por caudales de arroyos, lagos, ríos y fuentes subterráneas” (Charry-Ocampo & Pérez, 2017, p. 147), los aditivos químicos según los autores anteriormente mencionados:

No son divulgados abiertamente por las compañías que practican esta técnica, los más comunes, según su función en el proceso, son: un biocida como el glutaraldehído, para evitar el crecimiento bacteriano que producen los gases; un inhibidor de incrustaciones como el glicol etileno, para evitar la precipitación del mineral; un inhibidor de corrosión como la N-dimetilformamida, que impide la corrosión del tubo de acero, del revestimiento del pozo, de las herramientas y de los tanques.

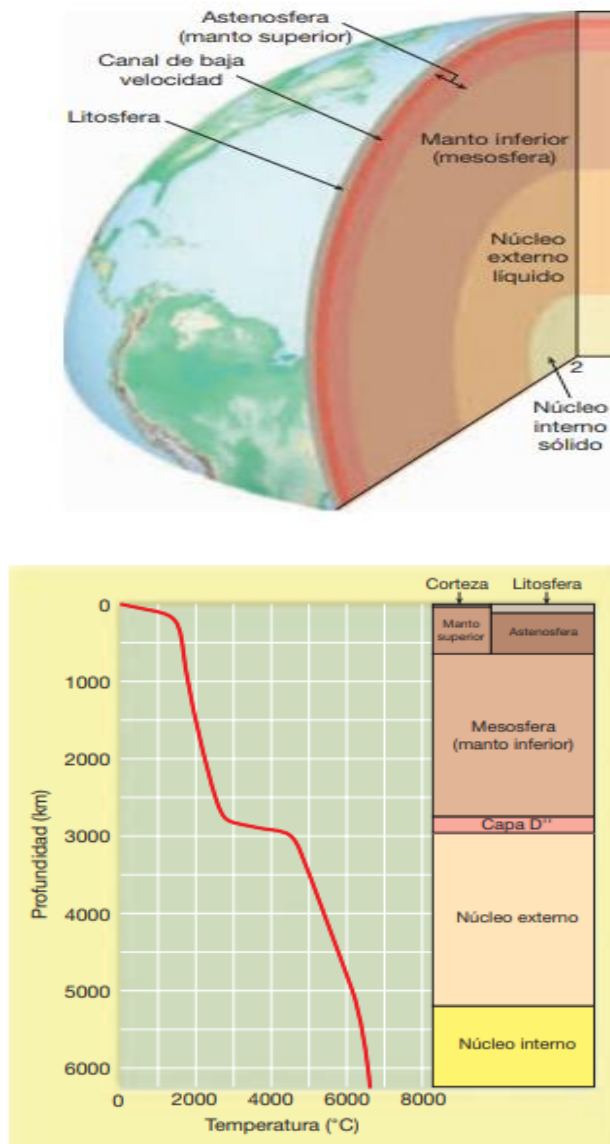
Adicionalmente, se agregan sales como el cloruro de potasio entre 1 % y 3 % para controlar la inflación de la arcilla, ya que la permeabilidad se ve reducida significativamente, por lo que es expuesta a agua menos salina. (2017, p. 146).

Mientras que los agentes apuntalantes son “un material granular que generalmente es arena, se utiliza para sujetar o mantener abierta la fractura y permitir que el gas fluya. Otros de sostén de uso general son arena recubierta de resina, cerámica, bauxita u óxido circonio sinterizado” (Charry-Ocampo & Pérez, 2017, p. 147), después de tener esta mezcla hecha, se debe de disponer de equipo especializado para bombear esta mezcla a presiones de entre 1000 y 2000 PSI⁹, unas presiones increíblemente altas de grandes volúmenes de mezcla. Esta fracturación se hace con el fin de abrir grietas y que por estas grietas pueda fluir los recursos naturales que se encuentran en la litosfera de la tierra (ver Figura 5), estas grietas permanecerán abiertas por las distintas sustancias usadas para la mezcla permitiendo que el fluido fluya por estas.

⁹ Pounds-force per Square Inch, libra por pulgada cuadrada es una unidad de medida de presión que pertenece al sistema anglosajón de unidades, 1 PSI equivale a 6,894 757 kilopascales (kPa).

Figura 5

(A) Estructura interna del planeta tierra, (B) Relación de la profundidad de la tierra y la temperatura.



Nota. Tomado de Ciencias de la tierra, Tarbuck E & Lutgnes F (2005), Copyright 2005.

Por consiguiente, hecha la fracturación por medio de los grandes volúmenes de mezcla a grandes presiones, se empieza el proceso de extracción de los recursos, el cual consiste en disminuir la presión del fluido, con el fin de que este retorne hacia la superficie

de la tierra impulsando tanto al gas como al petróleo también hacia la superficie terrestre, esto sucede por las diferencias de presiones que existen entre el fondo del pozo y la atmósfera. Una vez los recursos llegan a la atmósfera, se separan del fluido de fracturación (también llamado fluido de retorno) mediante procesos físicos y son llevados a gasoductos (en el caso del gas natural) o container (en el caso del petróleo) para luego ser distribuidos por camiones hacia distintas partes del país.

Las ciencias naturales detrás de la fracturación hidráulica

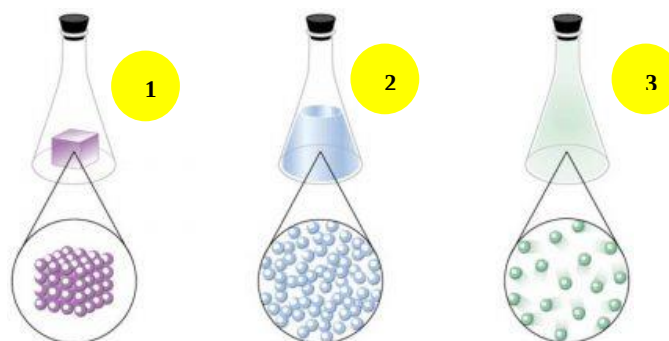
El *fracking* es una actividad científica que tiene como principal foco la extracción del petróleo, un recurso natural no renovable que sirve para muchas cosas entre ellas el combustible, además de su importancia en el mercado económico-político, un recurso que es natural por el hecho de que es la propia naturaleza quien lo produce, utilizando restos de algas marinas, fósiles y zooplancton que fue sedimentado en las profundidades terrestres a grandes temperaturas y presiones, pero el problema es que su producción es no renovable, esto quiere decir que este recurso una vez acabado no volverá a estar presente en nuestras vidas, por tanto es de suma importancia tener presente estos dos conceptos.

La mecánica de fluidos en movimiento y reposo involucrados en el *fracking*

Como se evidencio anteriormente, hay variedad de conceptos de la física involucrados en la explicación del *fracking*, en particular el relacionado con la mecánica de fluidos, pero para comprender lo que relaciona la mecánica de fluidos es necesario interpretar primero que nada lo que es un fluido, en este caso tomamos referencia al autor Falco A. que lo define como un sistema en el que la fuerza de atracción de las moléculas es más pequeña que la fuerza de atracción de un sólido, lo cual les impide mantener una forma definida, además añade que “se define como fluido a la sustancia que se deforma continuamente al ser sometida a un esfuerzo tangencial o cortante, no importando cuán pequeño sea este” (2012, p. 151-152). Una de las propiedades más importante de un cuerpo es su densidad, así como se puede evidenciar en la figura 7 las fuerzas intermoleculares mantienen los átomos cercanos entre sí, formando de algún modo lo que conocemos como el estado sólido, líquido y gaseoso, y logrando percibir el concepto de densidad.

Figura 6

Estados de la materia: 1. Corresponde al sólido. 2. Corresponde al líquido. 3. Corresponde al gas.

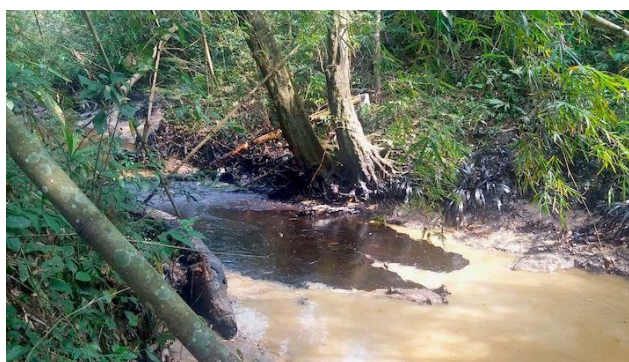


Nota. Tomado y adaptado de La guía química de María José. Copyright 2019.

Cuando decimos que se logra percibir el concepto de densidad, nos referimos a que entre mayor sea la fuerza intermolecular mayor será la densidad, así pues, en un mismo volumen como el descrito en la Figura 7 tendrá mayor densidad un sólido que un líquido y un gas, y el líquido asimismo tendrá mayor densidad que el gas, de este modo un sólido que es más denso que un líquido se hundirá en este, lo mismo sucede con dos fluidos, como es el caso del petróleo y el agua, una forma de evidenciar cuál de los dos fluidos es más denso se propone ver la Figura 7 expuesta a continuación.

Figura 7

Derramamiento de petróleo en Lizama, Colombia.



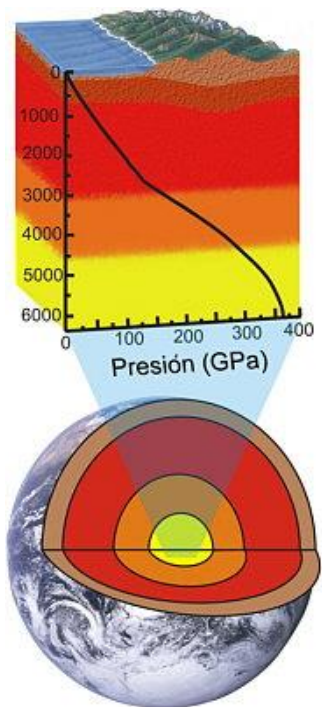
Nota. Tomada de periodismo ambiental independiente María Lourdes, Copyright 2018.

Como se puede evidenciar en la imagen el petróleo se encuentra por encima del agua del río evidenciando así que este es menos denso que el agua por tal motivo flota en ella, además de este concepto se puede también incluir el concepto de viscosidad, sin entrar tanto en detalle de este concepto, podemos percibir que el gran problema del petróleo es que es tan viscoso que hace que sea muy difícil de separarlo de superficies o del agua misma.

La presión se puede relacionar con la extracción del petróleo teniendo en cuenta la relación de esta con respecto a la profundidad en la que encuentra este recurso, por lo cual a mayor profundidad mayor presión, así al pensar en profundidades de 1500 a 2000 metros (ver Figura 9) estamos hablando de presiones demasiado altas entre los 25 Gpa y los 100 Gpa¹⁰.

Figura 8

Relación entre la profundidad y la presión en el subsuelo terrestre.



Nota. Tomado de Slideshare Eduardo Gómez. Copyright 2013.

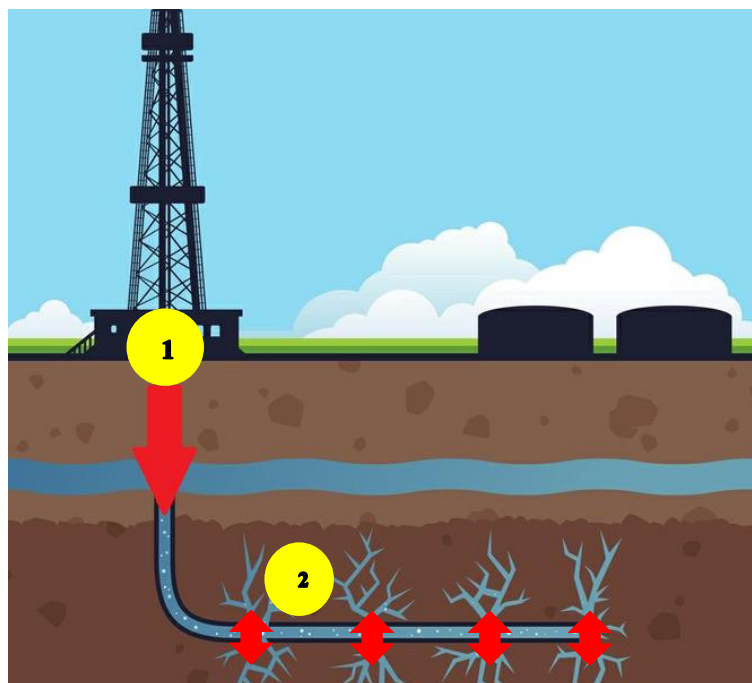
¹⁰ Gpa: gigapascal es una unidad de medida de presión, que equivale a $1 \text{ Gpa} = 1 \times 10^9 \text{ pa}$.

Teniendo en cuenta esto, podemos evidenciar que la presión hace que el petróleo permanezca comprimido en el subsuelo, por lo que es necesario fracturar por medio de inyección grandes volúmenes de agua a grandes presiones, pero ya hechas estas fracturas, se disminuye la presión del agua, provocando que los recursos naturales fluyan, esto se debe a la diferencia de presiones que hay en la superficie de la tierra y en el subsuelo terrestre, generando un flujo inducido hacia la superficie. Este fenómeno lo podemos asociar y explicar desde el principio de Pascal, porque el fluido de fracturación es bombeado a alta presión (10000 a 20000 psi) a través de la perforación, con el fin de producir y ampliar las finas fracturas en el sustrato rocoso, de tal manera que se aumente la superficie de contacto de los poros que encierra el gas. (Charry-Ocampo & Perez, 2017, p. 147)

Así pues, como se muestra en la siguiente figura, podemos observar en qué sentido y dirección está dirigida la fuerza ejercida por la inyección del agua.

Figura 9

Las flechas (Rojas) indican la fuerza ejercida en las direcciones señaladas, mientras que los círculos (Amarillos) señalan momentos importantes en el proceso de fracturación.



Nota. Tomado de Noticias Uvirtual, Díaz Real R (2016). Copyright 2016.

Además de ver en la figura la dirección y sentido de la fuerza aplicada podemos señalar un aspecto importante en el principio de Pascal, este es que a pesar de que la presión a lo largo de todo el tubo es la misma, la fuerza cambia del momento 1 al momento 2, esto se debe a que el área transversal del momento 1 (En el tubo) es más grande que el área del momento 2 (En las fisuras), por tal motivo esa fuerza que es aplicada en el momento 1 es mucho más grande que la fuerza del momento 2, a esto se debe las presiones tan grandes para poder abrir esas fisuras.

Por otro lado, debemos tener en cuenta que al ser un proceso por inyección fluidos se relaciona la dinámica de fluidos en movimiento teniendo en cuenta la continuidad y el principio de Bernoulli, la primera “indica que la tasa de flujo de volumen tiene el mismo valor en todos los puntos a lo largo de cualquier tubo de flujo.” (Young *et al.* 2009. p. 467), mientras que el principio de Bernoulli habla sobre “el trabajo efectuado sobre una unidad de volumen de fluido por el fluido circundante es igual a la suma de los cambios de las energías cinética y potencial por unidad de volumen que ocurren durante el flujo” (Young *et al.* 2009, p. 467).

Estos conceptos se pueden analizar visualizando la Figura 9, en la cual se muestran 2 momentos, pensando en la continuidad del fluido que fluye del momento 1 al momento 2 podemos inferir de inmediato que la velocidad en él es mucho menor que en el momento 2, esto es debido a que el área transversal del momento 1 es mucho mayor que el área transversal del momento 2 (Que son en las fisuras). Por otro lado teniendo en cuenta lo descrito en la continuidad del fluido y pensando además en la presión que ejerce el fluido al momento de fracturar podemos obtener detalles importantes como: por qué se utilizan grandes presiones al momento de la fracturación, esto se debe a que en las fisuras esta presión es pequeña en comparación a la presión en el tubo o momento 1, por lo tanto se necesita demasiada presión ejercida para que se puedan abrir fisuras, luego de abrir estas fisuras esta presión ejercida es disminuida generando así una diferencia de presiones y expulsando el petróleo.

Los problemas del fracking desde distintas perspectivas

A lo largo de todo el apartado de la actividad científica en cuestión, se han generado ciertas perspectivas que aún no se han tocado, como por ejemplo los problemas ambientales, políticos, económicos, sociales, etc. Problemas que reflejan al *fracking* como asunto socio-

científico ya que es una actividad científica que por ser tan controversial genera estos distintos problemas en los ámbitos anteriormente nombrados.

Los problemas ambientales que conlleva la realización de esta actividad científica son problemas relacionados con fuentes hídricas, con el aire contaminado, con la tierra, los sismos generados por las explosiones bajo tierra y de la posible falla en la implementación que podría generar daños catastróficos en medio ambiente.

El *fracking* como problemática ambiental

Como se ha podido evidenciar en distintos apartados y párrafos en este trabajo, el *fracking* es una actividad científica que impacta el medio ambiente de manera drástica, esta actividad conlleva consigo problemas en el aire, agua, la tierra y el clima en general.

El aire se ve muy afectado por esta actividad científica, según Heinberg, el *fracking* genera muchas emisiones de gases, entre ellos el metano, que es el componente principal del gas natural que al momento de haber una fuga reacciona con los radicales hidroxilo atmosféricos produciendo vapor de agua y dióxido de carbono que son contaminantes del aire, además de ello, hay otros productos químicos gaseosos que se usan en dicha actividad y que salen por la embocadura del pozo, estos son: sulfuro de hidrogeno, etano, propano, butano, pentano, benceno y otros hidrocarburos, y por si fuera poco, a esto se le suma toda las emisiones causadas por camiones, compresores, bombas y la quema inapropiada de metano (2014, p. 113-114).

Por otro lado, Heinberg añade que investigaciones realizadas en Garfield-Colorado (EEUU) muestran que hay más de 44 contaminantes peligrosos en lugares con pozos de *fracking*, y lo que es peor aún, se detectaron esos mismos contaminantes en lugares situados a un kilómetro de distancia, muchas de esas sustancias son conocidas por afectar el sistema nervioso y el cerebro (2014, p. 116)

En cuanto al agua que es el recurso natural más importante tanto en la extracción del petróleo como en la vida del ser humano, parece increíble que se use de manera descontrolada sin medir las consecuencias de su contaminación para la extracción de hidrocarburos, según Heinberg “una sola plataforma multipozos puede requerir más de 240 millones de litros”

(2014, p. 108), lo que nos indica una aproximado de noventa y seis piscinas olímpicas repletas de agua, que proviene de arroyos, ríos cercanos o pozos.

Es importante tener en cuenta la contaminación del agua porque según Gómez *et al.*, las empresas encargadas de la producción de crudo y gas natural por medio de la explotación de los YNC, buscan desviar miradas comparando el consumo del agua con otros sectores productivos como lo son la agricultura y la ganadería para restarle importancia a la cantidad de agua consumida en esa actividad científica. (2018, p. 52).

Además de ello, se debe tener en cuenta que toda el agua que se utiliza en la extracción de los hidrocarburos es contaminada, ya que a esta se le añaden muchos químicos para formar una mezcla, la cual es usada para la fracturación, rozamiento y mantener las fracturas abiertas. Pero eso no es todo, a esto se le añade todos los residuos o elementos radiactivos situados bajo tierra que son extraídos con los hidrocarburos. Por otro lado Heinberg (2014) añade que, el agua que es extraída a pesar de estar contaminada se puede volver a usar en otro pozo petrolero, pero esto es contraproducente, es decir se contaminará mucho más de lo que ya está, pero aun así el problema viene luego, esto es, que el tratamiento del agua contaminada no es eficaz, ya que sale tan contaminada que es casi imposible incluso para las plantas de tratamientos residuales volverla potable para el consumo o uso humano, por lo que las empresas transcurren a dos posibles opciones, una es que toda esa agua residual se pueda almacenar en balsas de evaporación, y la otra opción es que toda esa agua residual contaminada sea inyectada en pozos subterráneos, pero ninguna de las dos soluciones son benéficas para el medio ambiente. Así, Heinberg añade:

Con respecto inyectar el agua residual en pozos subterráneos significa simplemente tomar una preciosa agua dulce de los acuíferos o de los ríos para luego sepultarla contaminada para que nunca más se pueda volver a utilizar, mientras que las balsas e evaporación envenenan a las aves y son propensas a fugas y derrames (2014, p. 110).

El problema de estas aguas residuales es que están tan contaminadas que al haber una fuga este líquido pueda abrirse paso hasta los lagos, ríos, arroyos u otras fuentes hídricas cercanas, ocasionando daños ambientales catastróficos, afectando la fauna y vida silvestre y por supuesto a los humanos, o en el peor de los casos que el agua residual se filtre por las

fracturas hechas en las rocas llegando a contaminar acuíferos de agua dulce en el subsuelo, lo cual generaría un daño ambiental muy catastrófico hacia los recursos hídricos contaminando una gran cantidad de agua que podría ser usada por poblaciones, ciudades, o incluso países.

En cuanto a los problemas que trae el *fracking* en la tierra donde se implementa, Heinberg da cuenta de varios problemas en la tierra luego o incluso durante el periodo en el que se realiza esta actividad. Estos se evidencian en si la propiedad es usada para comercio o para inversión, el cual en ambos casos el terreno queda muy afectado como para sacarle provecho en cuanto a lo económico y en cuanto a lo ambiental, el terreno se ve afectado en la contaminación del agua, el aire, el daño a la vegetación, los animales, la erosión y posibles terremotos o sismos que puedan darse (2014, p. 117). Otro problema es sobre el valor de las propiedades, este tiene un bajón muy significativo e incluso las propiedades aledañas también lo tienen, ya que se dificultan las actividades agrarias, las hipotecas y el aseguramiento de propiedades, porque la realidad es que nadie querría vivir o comprar una propiedad en la que el ruido, el aire y la posibilidad del agua estén contaminados (Heinberg, 2014). Y por último el problema de los sismos durante la actividad científica, como el *fracking* usa explosiones “controladas” en el subsuelo para crear las fracturas por donde transcurre el fluido de fractura y así extraer tanto el gas natural como el petróleo, estas explosiones producen sismos débiles que no generan daños muy graves en las estructuras cercanas, pero en noviembre del 2011 se registró un sismo con una magnitud de 5,7 grados en la escala de Richter en el centro de Oklahoma, el cual destruyó 14 viviendas, ondulo una carretera y causó dos heridos (2014, p. 119).

Con esto se puede evidenciar que *fracking* causa un gran impacto en el medio ambiente en los terrenos cercanos donde se está efectuando la actividad, problemas que se agravarían si dicha actividad se realizase en zonas muy pobladas, verdes, paramos, cercanas a fuentes hídricas, o que la excavación este cercana a pozos de aguas dulce y fallas geológicas que podrían generar muchos más inconvenientes en cuanto a la sismología en las ciudades.

Para cerrar el apartado de lo ambiental, el *fracking* es claro contaminante del clima en general, ya que además de generar dióxido de carbono por la maquinaria implementada, también se genera metano “un gas de efecto invernadero entre 20 y 100 veces más potente

que el dióxido de carbono” (Heinberg, 2014, p. 121), lo que es más preocupante es que esta actividad científica tiene una implementación muy rápida y una vida del pozo petrolífero muy corta, lo que quiere decir que las emisiones de estos gases de efecto invernadero se produzcan en un tiempo muy corto causando así muchos daños ambientales graves en el clima de la región, país o incluso en el mundo.

En los siguientes apartados se muestra al *fracking* como asunto político y económico, se decide juntar estas dos categorías porque están estrechamente relacionadas dentro de esta actividad científica.

El *fracking* como problemática económico-político

Como se ha ido describiendo en partes del trabajo anteriormente, el petróleo es hoy día el recurso natural más importante en la zona productiva mundial, ya que el petróleo sirve para la producción de una infinidad de cosas importantes y otras no tanto para los humanos, visto de esta manera queda muy difícil pensar en actividades productoras que no utilicen el petróleo para algún proceso productivo. Pero este recurso natural tiene un problema el cual es que no es renovable, esto significa que en algunos años ya no habrá yacimientos de donde extraerlo, es por tal motivo que, al ser tan importante, genera muchas tensiones en cuanto a su producción extractora sin pensar en su agotamiento, y esto genera tensiones también en lo político y lo económico. La extracción del petróleo y gas natural no es algo novedoso, se ha venido realizando desde hace muchas décadas atrás, pero su impacto hoy en día se ha magnificado debido a que la tecnología ha ido avanzando y creando distintas formas de extracción, hallando yacimientos petroleros en donde antes no se sabían que habían, pero esto lo que ha provocado son muchos conflictos en el orden mundial.

El petróleo se encuentra en muchos países del mundo, pero hay ciertos países que tienen las reservas petroleras más grandes del mundo, la mayoría de estos países hacen parte de OPEP una organización que maneja la economía y que garantiza el precio del petróleo según sus intereses, en los últimos años como lo expresa Martínez Ramírez, L.:

En los últimos años el precio de los hidrocarburos, al igual que el de la mayoría de las materias primas, ha tenido una alta volatilidad. El 2016 no fue la excepción, en el caso del WTI la negociación a principio del año era de US\$32 por barril y al final US\$50, esto en razón de diferentes hechos geopolíticos y económicos que han

influenciado los precios y la tendencia de los mismos. Esto ha conllevado a que tanto empresas, como países hayan tenido que ajustar sus finanzas a esta nueva realidad de precios, y ser más cautelosos en la proyección de sus presupuestos (2017, p. 37).

Como se puede evidenciar, hay una estrecha relación entre el precio del barril de petróleo y el precio del dólar. En efecto esta relación existente es inversa, si el precio del dólar aumenta el precio del barril de petróleo disminuye y análogamente si el precio del barril de petróleo aumenta, el precio del dólar disminuye.

Lo anterior se debe a la tensión que existe entre los países exportadores de petróleo y los países importadores y también a la tensión existente entre los países que utilizan el *fracking* como actividad extractora y los países que por tener abundantes yacimientos convencionales no utilizan dicha actividad. Así como lo enuncia Martínez (2017) la primera tensión puede observarse cuando el precio del barril de petróleo es alto, a los países importadores le es conveniente disminuir el precio del dólar, así se mantiene el equilibrio y les sale más rentable importar el crudo, mientras que a los países exportadores no le es conveniente producir en muchas cantidades ya que esto genera un desbalance en su economía al utilizar muchos gastos para la extracción del crudo y que estos gastos no se vean reflejados en las ganancias que genera la exportación de dicho recurso.

Por otro lado, la segunda tensión se evidencia cuando el precio del crudo disminuye si el precio del dólar aumenta, esto se debe a que la organización que fija el precio del petróleo no le convendría que el precio del barril de petróleo aumente ya que actividades como el *fracking* serían muy rentables para los países que la utilizan, teniendo en cuenta que los países que hacen parte de esta organización no necesitan realizar el *fracking* como actividad extractora ya que el petróleo en estos países se encuentra de manera convencional, así como lo explicitan los autores Martínez Núñez & Garzón (2015), países que hacen parte de dicha organización y en particular Arabia Saudí, que posee grandes reservas de crudo, no se dejan presionar por la crisis del aumento del dólar y la caída del precio del barril del petróleo, ya que como país pionero en la extracción de este mantener los precios bajos posibilita que la extracción del petróleo por medio del *fracking* deje de ser rentable, y por tal motivo muchas petroleras estadounidenses sufren grandes pérdidas económicas, además de ello el país árabe

puede lograr sobrevivir con el precio del crudo por lo bajo ya que es uno de los países con la mayor reserva como ya antes se había comentado.

Marco metodológico

Esta investigación está diseñada para abordar la educación entrelazando una actividad científica como lo es el *fracking* con la enseñanza en ciencias, más específicamente la enseñanza de la física, por este motivo se asume un rol en el que se muestre el rol de la ciencia en la actualidad y sus controversias, de este modo se exige que los habitantes del planeta tierra tengan postura sobre diversas actividades científicas que puedan alterar su futuro o el futuro de generaciones venideras, es por ello que se plantea una enseñanza alternativa que permita en los estudiantes y los profesores comprender la actividad científica del *fracking*, con el fin de que puedan tomar decisiones, represalias y puedan expresar opiniones responsables, conscientes, objetivas y críticas, además de incorporar el concepto de presión en como concepto para la enseñanza de dicha actividad.

Por tal motivo se busca que la metodología logre cumplir los objetivos propuestos en la investigación, por medio de la recolección de datos y análisis de los mismos. Por esto se tomaron en consideración dos tipos de metodologías, una es la metodología cualitativa y la otra es la metodología cuantitativa, enfocaremos nuestra mirada en la primera, que, según Cerda:

Se revela por medio de las propiedades de un objeto o de un fenómeno. La propiedad individualiza al objeto o al fenómeno por medio de una característica que le es exclusiva, mientras que la cualidad expresa un concepto global del objeto” (1993, p. 47).

De este modo Cerda explica que, este tipo de investigación se caracteriza por la interpretación que se le dan a las cosas y fenómenos ya que no pueden ser captados o expresados plenamente por la estadística o las matemáticas, porque al referirse a una cualidad no se puede cuantificar esta, además se utiliza en el análisis de datos la inferencia inductiva, también se utiliza preferentemente la observación y la entrevista abierta, por lo que no tienen distintos parámetros de estandarización como técnicas en la recolección de datos y centra el análisis en la descripción de los fenómenos y cosas observadas (1993, p. 48).

Hay que tener en cuenta que este trabajo al estar relacionado al ámbito social, con la metodología cualitativa se puede lograr enmarcar algunas características de lo que significa ser un sujeto político, ya que esta metodología se basa en conductas y acciones que los individuos en este caso compañeros pares puedan llegar a expresar por medio de un grupo focal, además de esto, es importante señalar que en este estudio se examinan y analizan con profundidad los diferentes factores que puedan producir cambios, crecimientos o desarrollos en los individuos seleccionados como nuestros casos (1993, p. 85).

Fase 1: Diseño de la unidad didáctica de actividades

Teniendo en cuenta nuestra investigación está enmarcada en la metodología cualitativa, se ha optado por realizar un diseño enfocado en las unidades de actividades utilizando la investigación orientada para la realización del mismo, para ello se tuvo en cuenta dos referentes que dan cuenta de estas dos corrientes y que en esta investigación se entrelazan.

El primer referente es Castillo *et al* el cual aporta ideas interesantes sobre la investigación dirigida, la cual busca que los estudiantes se puedan formar como ciudadanos y ciudadanas con habilidades en ciencias que le permitan conocer e interpretar su realidad, entendiendo los conceptos extrapolándolos al momento de resolver problemas de esta en la vida cotidiana. (2011, p. 117). De esto podemos notar de inmediato que por medio de la utilización de este referente se puede lograr que el estudiante se interese en una física explicando los fenómenos que se puedan percibir en su contexto, y esta idea es acorde a los ASC que en este caso los podemos relacionar en los entornos nacional, departamental y municipal.

Además de ello, hay que tener en cuenta que se propone una enseñanza de las ciencias en la que se incentive la indagación, experimentaciones, observaciones de campo y también la construcción del conocimiento de forma conjunta por parte de los estudiantes, esto con el fin de que el estudiante se vuelva un ser participativo, crítico, un ser de acción que proponga y pueda lograr un cambio en su realidad y que aporte a la transformación de su contexto social.

Ahora bien, siguiendo este tipo de enseñanza se busca por medio del diseño de una unidad didáctica de actividades (de ahora en adelante UD) enfocada en los conceptos de la

mecánica de fluidos en reposo y movimiento explicar la física detrás del fracking y todas las implicaciones y/o controversias de esta actividad científica en los diferentes ámbitos de la sociedad.

Para el diseño de la unidad didáctica de actividades se tuvieron en cuenta varios aspectos como lo son los descritos en Sánchez Blanco, G. y Valcárcel Pérez, M. en su artículo *“diseño de unidades didácticas en el área de las ciencias experimentales”* realizado en el año 1993, en primer lugar, se pensó en identificar ideas previas de los estudiantes mediante actividades, ejercicios y tareas que proporcionen esa información, esto con el fin de complementar su conocimiento o transformando este, en segundo lugar, se buscó que cada actividad, ejercicio, sesión y fase tuvieran su objetivo de enseñanza y propósitos, en tercer lugar, se seleccionó estrategias de enseñanza, en las cuales se involucraba planteamientos metodológicos como lo son las funciones del profesor y del estudiante en la construcción del conocimiento, las fases que se realizarán en la unidad y sus respectivas sesiones de clase, las actividades que se plantearon y los materiales que necesita el docente para la realización de las actividades, en cuarto y último lugar, se seleccionó estrategias de evaluación formativa esto para que la evaluación sirva como retroalimentación.

El diseño realizado consta de cuatro fases a saber (ver Anexo 1), las cuatro fases que se consideran tienen sus respectivos objetivos y propósitos:

Fase 1: Recopilación y reconstrucción de saberes, esta fase tiene cuatro sesiones como mínimo, busca las ideas previas de los estudiantes y construir sobre ellas las nociones y conceptos que se proponen como lo son los recursos naturales, el agua, el petróleo y actividades y prácticas científicas que son implementadas en Colombia.

Fase 2: Indagando nueva información para ello se desarrolla en dos sesiones, se busca presentar información diferente a la ya presentada al estudiante encaminándolo hacia la problemática que se piensa trabajar y mostrándole desde distintas perspectivas dicha problemática, teniendo en cuenta que el ASC que se trabaja en este diseño relaciona el petróleo, se busca que el estudiante note a este recurso como el recurso natural no renovable más importante para la economía mundial, sin embargo, es el causante de muchas guerras, inequidades y divisiones políticas en el mundo, no obstante, también se busca que el

estudiante vaya haciendo conjeturas de algunos conceptos físicos que se presentan en esta fase, claro está que estos no están explícitos como en las fases posteriores.

Fase 3: Creando hipótesis tiene una duración de tres sesiones de clase, en esta fase se trabaja los conceptos y nociones físicos que hay detrás de la fracturación hidráulica utilizando experimentaciones, analogías y conjeturas para estudiarlos, algunos de estos conceptos son la presión, la densidad, viscosidad, el caudal, principio de Pascal, principio de flotabilidad, ecuación de continuidad y principio de Bernoulli, mientras que también se incluye la noción de la diferencia de presión en un sistema.

Fase 4: conclusión está integrada de dos sesiones, en la cual se busca que el estudiante pueda darle un cierre a todo lo realizado durante toda la unidad didáctica de actividades esto con el fin de evidenciar su progreso, por medio de una recopilación de saberes que el estudiante ha construido buscando así que él desde su perspectiva pueda criticar y transformar por medio de acciones su realidad y por lo menos la de su familia con respecto al fracking como actividad científica envuelta en tantos ámbitos controversiales de la sociedad, por otro lado se propone que el estudiante se involucre en un campo de acción, esto se da realizando una salida de campo y una carta dirigida a senadores en la que explique su perspectiva teniendo en cuenta todos los factores ya mencionados.

Cabe aclarar que cada sesión de clases está programada para ser realizada en cuarenta y cinco (45) minutos que es el equivalente a una hora de clase, claramente se propone unas sesiones establecidas, pero estas pueden estar sujetas a modificaciones según lo considere el docente que utilice dicho diseño.

Además de lo descrito anteriormente, se puede añadir que cada sesión dentro de las fases tienen sus propias actividades utilizando diversas herramientas y materiales tanto para el docente como para el estudiante que sirvan como apoyo en clase, cabe aclarar que en todas las actividades el docente juega un papel fundamental en el proceso de aprendizaje del estudiante por lo cual las actividades por sí mismas no cumplirán el objetivo deseado si el profesor no se apropia de dichas actividades, asimismo, se realizan tres procesos de autoevaluación y heteroevaluación, por último, al finalizar toda la UD se propone un proceso de coevaluación, todos estos procesos de evaluación son para que el estudiante pueda

retroalimentarse de acuerdo a lo que él, sus compañeros y el profesor pueden analizar del progreso en su aprendizaje.

Fase 2: Dialogo entre pares, transformación y resignificación de la Unidad didáctica de Actividades

El diseño realizado es para la enseñanza de conceptos y nociones relacionadas a la mecánica de fluidos para estudiantes de la educación media, teniendo esta información, el ejercicio dialógico se realizó por dos docentes compañeros de estudio que actualmente laboran enseñando física en instituciones educativas en Valle del Cauca-Cali, estos dos docentes son compañeros de la licenciatura en matemáticas y física en la Universidad del Valle, ambos oscilan entre los 23-24 años de edad con sus estudios ya finalizados o a punto de finalizar, además se añade el hecho de que tenían la disposición e interés para hacer parte de la discusión del diseño de la unidad didáctica de actividades.

De ahí, la discusión en torno a la unidad didáctica de actividades por parte de los docentes pares se distribuyó en dos momentos, en un primer momento se les envía a los docentes pares un cuestionario (ver Anexo 2) con el fin de poder evidenciar algunas ideas previas de ellos en cuanto a su postura frente a la enseñanza de las ciencias de acuerdo a sus experiencias en las instituciones educativas en la que laboran. El cuestionario consta en diligenciar unos datos básicos como lo son años de experiencia, el semestre en el que se encuentran en la universidad o si ya finalizo sus estudios, el programa de pregrado que estudió, si el colegio en el que labora es público o privado, los grados de escolaridad en los que enseña y las áreas que enseña. Y en segunda instancia una serie de preguntas que nos permitirá como investigador obtener esas ideas previas que tienen sobre algunos temas de interés encaminados a la enseñanza de la ciencia por medio de los ASC.

El segundo momento es el ejercicio dialógico que se produjo por medio de un encuentro virtual en el que participaron los docentes pares, este encuentro se realizó por la plataforma de Meet ya que la emergencia sanitaria mundial por la que estamos pasando no permitió realizar este encuentro de manera personal. El encuentro tuvo una duración aproximada de tres horas en las cuales se discutió cada actividad de cada sesión y fase de todo el diseño.

En ese encuentro virtual se tomaron los datos respectivos mediante la grabación de la sesión en la que como se dijo anteriormente se produjo un ejercicio dialógico entre el investigador como moderador del grupo y los docentes pares, a partir de lo dialogado en el encuentro se completó un cuestionario (ver Anexo 3) por medio de la grabación y transcripción de ciertos momentos respondiendo así las preguntas en dicho cuestionario, este cuestionario consta de categorizar por fases los comentarios y discusiones realizadas a lo largo del encuentro de acuerdo a lo que se pudo observar y escuchar, se aclara que este cuestionario fue completado por el investigador teniendo en cuenta los aspectos descritos anteriormente.

Posterior a la transcripción de los momentos significativos, se realiza un análisis de estos mismos, hay que aclarar que para la selección de estos momentos se tuvieron en cuenta tres criterios, estos fueron las discusiones del diseño surgidas por el tiempo utilizado para las sesiones y fases, la metodología en las actividades y pertinencia de estas.

Teniendo en cuenta los momentos significativos transcritos en la Tabla 20 (ver Anexo 4), se realiza el análisis por medio de una rejilla (ver Tabla 4) utilizando una descripción amplia de lo que se pudo llegar a observar en cada fase, posterior a ello se realiza un análisis haciendo una triangulación de los momentos significativos, la descripción de las fases y el marco teórico de este trabajo, por último, se catalogan algunos cambios al diseño de acuerdo a la descripción y análisis, este último punto nos permite hacer un rediseño transformando nuestro primer diseño de acuerdo a lo dialogado con los docentes pares en el encuentro virtual.

Una vez completada la rejilla de análisis se continua con el rediseño, a continuación, se presenta el análisis que se realizó respecto al encuentro virtual entre pares y los cuestionarios que ellos diligenciaron, esto con el fin de transformar y resignificar el diseño de la unidad didáctica de actividades, pero además de ello se evidencia una tabla de resumen de la rejilla de análisis, posterior al análisis y la tabla se presenta dicho diseño, hay que tener en cuenta que este es propiamente para el uso del docente, es una guía que el docente puede utilizar al momento de hacer la implementación, además de ello, se anexa el diseño para los estudiantes (ver Anexo 5).

Fase 3: Análisis del encuentro virtual entre pares teniendo en cuenta la construcción y resignificación del diseño de la unidad didáctica de actividades desde y a partir del dialogo.

En este apartado se describe algunos de los resultados obtenidos del ejercicio dialógico con los compañeros pares en cuanto a lo que apporto a mí y a ellos este a la formación como sujeto político, en primera medida hay que decir que el ejercicio dialógico que se realizó sobre el diseño de la unidad didáctica de actividades fue fructífero para transformar y rediseñar de acuerdo a lo discutido teniendo en cuenta todos los aspectos que fueron resaltados por los compañeros pares, de ahí, se pueden notar ciertos cambios que se realizaron en el diseño y resaltando los descritos en la rejilla de análisis (ver Anexo 4) que se caracterizaban por el tiempo de implementación de las sesiones, la pertinencia de los videos usados en las actividades, adaptaciones de algunas actividades aumentando o disminuyendo el número de preguntas y el reajuste de tablas dando más significado a estas mismas.

Todos los aportes de los compañeros fueron discutidos en la reunión y posterior a ello tenidos en cuenta al momento de transcribirlos en la rejilla de análisis, claro está que como investigador hubo algunos aportes que no fueron significantes al momento de la transformación del diseño, pero sin lugar a dudas el aporte más significativo es el que se dio sobre la falta de equilibrio entre lo físico y las demás disciplinas, esto se evidencio mediante el siguiente comentario por parte de un compañero “a mí me pasa algo muy curioso con esta fase, y es que siento algo, yo veo más todo el diseño más para el lado de la biología, ciencias naturales que, dentro de la física, yo a este punto perdí el enfoque de la materia de física” lo cual tuvo sentido ya que en algunas sesiones pude lograr evidenciar este desequilibrio.

Este desequilibrio se notó principalmente en la actividad de la salida de campo, ya que dicha actividad propone realizar una salida de campo para visualizar un río en distintos sectores con el fin de evidenciar la contaminación en estos sectores, pero queda relegada lo que se proponía para que los estudiantes entendieran el concepto de caudal, esto debido a que los ejercicios propuestos eran muy cortos y no relacionaban la física y el fracking, una relación que se puede notar durante todo el diseño.

Por consiguiente, se profundizo mucho más en la parte física incluyendo actividades, preguntas, ejercicios y analogías que nos permita ahondar en esta disciplina, además hay que

tener en cuenta que se busca por medio de esta unidad didáctica de actividades la enseñanza de física en estudiantes de la educación media, por lo cual no debería haber este desbalance entre las disciplinas. Por otro lado, uno de los puntos más importantes de este diseño es que el estudiante pueda analizar el *fracking* por medio de la física para así desde su perspectiva como científico reflexione, critique y resignifique su realidad de acuerdo a la implementación de esta actividad en su contexto.

Hay que subrayar que este ejercicio me aporta muchas más ideas al momento de pensar en diseñar actividades para cualquier disciplina, creo que este ejercicio dialógico me permite ver distintas posturas con respecto a la física, además de ello, permite pensar en diseños mejor estructurados teniendo en cuenta las opiniones de mis compañeros y sus experiencias en clase e incluso pensar en realizar planeaciones conjuntas entre docentes, esto ayudaría mucho en algunas cuestiones que en ocasiones como docente se pasan por alto, como lo son el tiempo de clases, los espacios para la clase, las problemáticas que se podrían usar de acuerdo al contexto y actividades que puedan ayudar al momento de profundizar en un tema.

Ahora bien, la rejilla de análisis y cuestionarios nos permite evidenciar que los compañeros aun piensan en la física como algo estático, una disciplina que está alejada de las demás como lo expresa uno de los compañeros en el cuestionario de ideas previas que a la pregunta ¿Cómo enseñarías la mecánica de fluidos en reposo y movimiento en el aula de clases? Su respuesta fue “Mediante la explicación del concepto, actividades que vinculen a contexto reales”, además concuerdan en que “se debería hacer en un diagrama aparte, porque este diagrama une la parte del fracking pues con la parte física, pero si sería bueno aislar la parte física como parte de tu asignatura, para mirar hasta qué punto los estudiantes se apropiaron de ese análisis.”, una idea que sin lugar a dudas son tradicionales, ya que la ciencia postmoderna, así como es enunciado por Yearley S (1993-1994, p. 59-66) es una ideología que puede ser criticada por sus diversas y polémicas actividades científicas.

Partiendo de esas ideas de los compañeros, podemos notar que no logran entrelazar la física con otras disciplinas por sí sola pero que al utilizar un ASC como lo es el *fracking* si lograron notar esa relación ya que se pudo evidenciar de los momentos significativos y la rejilla de análisis que estudiar la extracción de petróleo relaciona ámbitos como lo son: lo

político, lo ambiental, lo económico y lo social, por otro lado según lo expresado por los docentes pares podemos decir que para ellos este asunto si relaciona los distintos ámbitos en los cuales genera controversias, contrastando con la idea inicial que ellos tenían sobre la enseñanza de la física, de este modo se reafirma que los ASC son una alternativa para la enseñanza de las ciencias, que partiendo de Álvarez (2013) puede llegar a dar muchos frutos a los estudiantes en cuanto a su aprendizaje, ya que como se ha venido describiendo en anteriores secciones este método de enseñanza de la física proporciona muchas perspectivas de acuerdo a una actividad científica en distintos campos pero además proporciona una ciencia contextualizada que permite a los estudiantes estar más cercana a ella.

Por otra parte, en cuanto a la formación de sujetos políticos podemos notar que los compañeros tienden a la idea que algunas actividades por si solas pueden generar en el estudiante un resultado esperado, pero claramente esta es una idea que se aleja de lo que entendemos de esa noción además de la percepción del profesor como sujeto político, que una de las características principales es que debe resignificar las actividades de acuerdo al contexto en el que se encuentran él y los estudiantes, por otro lado los compañeros lograron entender uno de los objetivos de la investigación, que es dar aportes en la formación de sujetos políticos, esto se puede observar al momento de que ellos recalcan que algunas actividades buscan “una acción para que los estudiantes aporten a la solución de la problemática”, ahora bien este comentario nos permite inferir que los estudiantes pueden por medio de dichas actividades reflexionar, proponer y tomar decisiones, pero además de eso que el estudiante sea crítico y proponga alternativas al asunto que se propone e incluso que se incluyan y participen en la transformación de la realidad.

Por último, es importante señalar dos aspectos importantes, el primero es como se dijo en párrafos anteriores el ejercicio dialógico aporito de manera significativa a mí que hacer como docente, ya que pensar en diseñar planeaciones con actividades, ejercicios y demás puede potenciarse si se toman en cuenta otras perspectivas de otros docentes, además hay que tener en cuenta que el proceso de dialogo, discutir, reflexionar, criticar y participar sobre cuestiones de interés con docentes pares son características en la formación del docente como sujeto político que es uno de los objetivos principales de la investigación.

En segundo lugar, es importante apuntar que los docentes pares que estuvieron en el ejercicio dialógico tuvieron buenos comentarios sobre el diseño de la unidad didáctica de actividades y se puede afirmar que el hecho de trabajar la física utilizando asuntos científicos que estén contextualizados en el entorno del estudiante fue muy interesante y tratar de que ellos se cuestionen, indaguen, critiquen, propongan y trabajen en equipo son puntos fuertes que podrían usar los compañeros en su metodología de trabajo para la enseñanza de las ciencias, por otro lado, los compañeros pudieron conocer sobre la enseñanza de la ciencias por medio de los ASC y la formación de sujetos políticos pero además de conocer esta enseñanza creo que les gusto el hecho de utilizar estos asuntos ya que ponen al estudiante en un contexto de acción.

Ahora bien, a continuación, se presenta la rejilla síntesis de los análisis en la cual se anexó una descripción corta y la transformación del diseño en cada una de las fases, ya que esta tabla presenta una síntesis de los análisis se anexa (ver Anexo 4) la rejilla de análisis completa.

Rejilla síntesis de los análisis

Fases	Descripción	Transformación del diseño
Fase #1: Recopilación y construcción de saberes	En la sesión 1 se presenta el video ¿Qué son los recursos naturales?, el cual según los compañeros se queda corto en información, por otro lado la utilización del collage tiene ciertas discusiones de pertinencia, con respecto a la actividad #1 se discute sobre la inclusión de más casillas en la tabla para que los estudiantes propongan sus propios estándares de clasificación de los recursos, por ultimo tres aspectos importantes a destacar en la discusión fueron el tiempo de las sesiones, la consigna de algunas preguntas y la	Se realiza un cambio en las actividades en clase, dejando la cartelera en clase y collage en casa, además se adiciona filas en la tabla de clasificación de recursos naturales con el fin de que los estudiantes propongan estándares o criterios de clasificación. En cuanto al tiempo, se propone una sesión de trabajo más, a la autoevaluación se le añade una columna para las observaciones del docente, y por ultimo transformar preguntas más relevantes de acuerdo a la problemática del fracking.

	autoevaluación al final de la sesión.	
Fase #2: Indagando nueva información	En esta fase se hacen tres aportes importantes, el primero tiene que ver con la actividad #2, se discute que los videos son muy cortos en información por lo cual se necesita que esta actividad se realice en la sala de sistemas con la posibilidad de que los estudiantes indaguen en internet para dar respuesta a los ejercicios, el segundo aporte tiene que ver con el tiempo, ya que al ser actividades extensas se requiere más tiempo, y por último, se llega al mismo aporte de la fase 1 con respecto a la autoevaluación.	Para esta actividad se propone aclarar que esta misma se debe realizar por mayor comodidad en la sala de sistemas que le permita al estudiante navegar en la web y responder las preguntas. Además de ello, también se propone que las actividades se puedan realizar en dos sesiones. Se transformará la autoevaluación añadiéndole una columna más para las observaciones del docente.
Fase #3: Creando hipótesis	Esta fase fue la que más discusión tuvo en el ejercicio dialógico, en cuanto a la actividad #2 se propone utilizar otro video de explicación o realizar la experimentación, para ellos sería más importante, con respecto a la actividad #3 ellos proponían que la experimentación se realizara con más sustancias para determinar el concepto de densidad. Por otro lado, la actividad #4 fue la que más discusión tuvo en todo el diseño, ya que a los compañeros les pareció que esta actividad tenía un desbalance entre la disciplina ambiental y física, tirando más hacia lo ambiental.	De acuerdo a lo discutido en la actividad #2 el video de la experimentación de la diferencia de presiones será reemplazado por la experimentación sobre la diferencia de presiones con los implementos requeridos, no se agregaran más sustancias en cuanto a la actividad #3 ya que se desviarían las miradas con respecto al petróleo y el agua, pero se amplió las preguntas y problemáticas, para la actividad #4 se propone transformarla anexando más cuestiones y problemáticas que relacionen los conceptos que se están tratando como lo son el caudal, la relación entre el área y la velocidad.

	Las actividades #5 y #6 tuvieron discusiones ya que no tenían contextualización o problemática que asociara el concepto físico con respecto al fracking, así como se hizo en las demás actividades, se propuso utilizar situaciones que involucraran el fracking, principio de pascal, principio de Bernoulli y ecuación de continuidad utilizando una maqueta que simule el fracking. En cuanto a la autoevaluación se propone lo mismo que en las fases anteriores.	Por último, se propone para la actividad #5 y #6 utilizar imágenes del proceso de la fracturación de las rocas con el fin de analizar momentos de este proceso mediante los conceptos de continuidad y principios de Bernoulli y Pascal. Además de ello se trabajará la realización de un tubo Venturi, esto con fines explicativos del principio de Bernoulli y Continuidad.
Fase #4: Conclusión	Para esta fase se discute sobre darle un cierre a la disciplina que nos compete que en este caso es la física, por lo cual se propone que ampliar el diagrama con el fin de que los estudiantes expliquen con sus palabras cada concepto visto y lo relacione con la actividad científica, por otro lado les pareció interesante poner a los estudiantes en acción al proponer realizar una carta en la cual ellos aporten a la solución de la problemática.	De acuerdo a las apreciaciones se anexaran más detalles al diagrama con el fin de que sea más amplio en cuanto a la física.

Hay que tener en cuenta que con la utilización de la rejilla de análisis se realiza la transformación y resignificación del diseño de la unidad de actividades, a continuación, se presenta la unidad didáctica de actividades para la guía docente, este diseño contiene: cuatro fases, cada fase tiene su objetivo principal, sesiones y actividades con su propio propósito, además se añaden algunas apreciaciones con respecto a posibles respuesta, sugerencias y explicaciones en la realización de las actividades.

Unidad de didáctica actividades (Guía de experiencia docente)

Fase iniciación: Recopilación y construcción de saberes

El objetivo de esta fase es indagar, contextualizar y construir por medio de una secuencia de cuatro sesiones que nos permitan ver como profesores u observadores ideas previas de los estudiantes acerca de las temáticas como lo son: los recursos naturales, el agua, el petróleo y ciertas actividades científicas que se implementan en el territorio colombiano, además de ello poder reconstruir saberes sobre los ya asentados en los estudiantes y contextualizar estos conceptos con acciones de su diario vivir.

Para desarrollar las cuatro diferentes temáticas mencionadas anteriormente, se proponen distribuirse por sesiones con una duración de entre 45-60 minutos cada una, se inicia con la temática de los recursos naturales, luego se continua con la conceptualización del agua como el recurso natural más importante, seguido a esto se presentan algunas actividades científicas realizadas en Colombia que involucran el uso del agua, además de distintos factores controversiales que generan estas actividades, para finalizar este primer ciclo de recopilación y reconstrucción de saberes se presenta el petróleo como el recurso natural que mueve al mundo bien sea por ser el recurso energético más importante en la actualidad o por su polémica extracción que también genera disputas en cuanto a los social, lo político y lo ambiental.

Sesión 1:

Propósito:

Reconocer los recursos naturales por medio de actividades didácticas que les permita hacer descripciones y definiciones propias con el fin de profundizar en algunos recursos naturales como el agua y el petróleo.

Recursos o herramientas necesarias para el desarrollo de la actividad:

- ✓ Tijeras, pegamento, revistas o periódicos (previamente seleccionadas: esto lo hace el profesor, un criterio puede ser que las revistas tengan muchas imágenes a color como lo son las revistas de entretenimiento, de catálogo, de construcción, de ventas, etc.), proyector de pantalla, pantalla, computador, sonido, marcadores, colores.

Descripción de la actividad

- ¿Qué son y cuáles recursos naturales conoces?

Se busca por medio de la actividad #1 que el estudiante pueda entender que es un recurso natural y cuáles son estos, además de sus características, para ello se propone en esta actividad video el cual se titula “¿Qué son los recursos naturales?” (Enlace: https://www.youtube.com/watch?v=vAGwSftL_ak), un video con una duración de dos minutos en el que se explica que son los recursos naturales, qué tipo de recursos existen además de clasificarlos en renovables y no renovables, por otro lado dan un pequeño guiño al petróleo como recurso natural no renovable, la actividad se presenta a continuación:

Actividad #1:

Visualiza el siguiente video “Los recursos naturales - renovables y no renovables” (Enlace: https://www.youtube.com/watch?v=vAGwSftL_ak) y responde las siguientes preguntas:

- ¿Qué son los recursos naturales?
- ¿Para qué sirven y en que se utilizan los recursos naturales?
- ¿Cuáles son los tipos de recursos naturales?
- ¿Qué significa que un recurso natural sea renovable y no renovable?

Sugerencia: (Si los estudiantes se quedan cortos en las respuestas se puede dar el espacio de investigación en la web por si mismos) En una tabla escribe 5 recursos naturales renovables y 5 recursos no renovables.

- Realice en una cartelera un esquema o diagrama en el que relacione los recursos naturales con su origen, sus usos, su disponibilidad, su extracción, si es renovable o no renovable. (puede realizarse de manera grupal).

Tarea:

- Realizar por medio de recortes hechos en revistas y periódicos un collage en un octavo de cartulina en el que exprese ¿Qué son y cuáles recursos naturales conoces?, esta actividad se puede realizar de manera grupal.

Como ya se dijo anteriormente, por medio de las preguntas se espera que el estudiante responda la consigna inicial ¿Qué son y cuales recursos naturales conoces?, que puedan reconocer al petróleo como un recurso natural no renovable, también que pueda reconocer algunos otros recursos naturales no renovables como el agua, esto con el fin que en el transcurso de las actividades logre relacionar el agua con la extracción del petróleo por medio del fracking, además de las preguntas mencionadas, se propone hacer una cartelera en la que plasme todas esas ideas expresadas en las respuestas de las preguntas, y como tarea se deja la realización de un collage que permita tomar evidencia de lo inferido por el estudiante.

La cartelera que se plantea de manera grupal se debe de socializar en clase, buscando así que todos los estudiantes participen de la realización de la misma, y tener en cuenta la opinión de los compañeros y discusiones que se puedan generar.

Sesión 2 y 3

Propósito:

- Identificar al agua como el recurso natural renovable más importante en la vida de los seres vivos del planeta tierra.
- Clasificar los recursos naturales en renovables y no renovables además de identificar su importancia bajo unos estándares propios.

Recursos o herramientas necesarias para el desarrollo de la actividad:

- ✓ Fichas realizadas por el docente, proyector de pantalla, pantalla, computador, sonido, marcadores, colores, conexión a internet, cuenta Netflix.

Descripción de la actividad

- ¿Cuál crees que son los recursos naturales más importantes en el mundo?

Se iniciará la sesión haciendo un repaso de lo visto en la anterior sesión por medio de una actividad de repaso.

Actividad de repaso

Socialización de la tarea dejada en la anterior sesión, cada grupo de estudiantes debe hablar sobre lo que hicieron mientras los otros escuchas y añaden cosas a lo que los compañeros exponen.

Esta actividad se realiza con el fin de recapitular sobre los recursos naturales, ya que en esta sesión se profundizará en distintos recursos naturales haciendo uso de dos actividades, la primera consiste en darle a cada estudiante material manipulativo “ficha” (ver figura 1) que contendrá una imagen de un recurso natural y detrás de esta habrá una breve explicación de este recurso, luego de que cada estudiante tenga una o dos fichas en su poder y que además haya leído las características de este, se propone clasificar dichos recursos en renovables y no renovables y además de ello en aspectos como lo son el más usado y el más valorado socialmente, para catalogarlos, se propone una serie de criterios que se presentaran como una guía para catalogar dichos recursos, los estudiantes deberán escribir de sí o no en cada criterio. Al final se realiza una sumatoria del sí obtenidos por los recursos clasificándolos de más puntos a menos puntos, según los criterios propuestos, pero autonomía en los puntos por parte de lo que puedan expresar los estudiantes.

Actividad #1:

Completa la siguiente tabla con sí o no dependiendo de la pregunta y una pequeña descripción de su respuesta, y de las fichas que te entregaran en las cuales hay una descripción del recurso natural, su uso, su extracción y su importancia para el ser humano.

Fichas:

Fichas de construcción propia para ser llevada al aula de clases, contiene una imagen de un recurso natural en una cara y en la otra cara algunas características de este recurso (Recomendación: Estas características pueden ser ampliadas).

**Ficha #1: ORO**

Es un metal precioso de color amarillo brillante y muy blando, es comúnmente encontrado en rocas de ríos naturales en estado puro y extraído por medio de la minería, sirve más que todo para ser conductor de electricidad por su conductividad, no es un elemento esencial para ningún ser vivo.

**Ficha #2: LUZ SOLAR**

Es un recurso natural renovable, producida por los rayos de radiación de nuestra estrella del sistema solar “el sol”, sirve para generar energía limpia que puede ser usada por todos los humanos para actividades industriales o demás.

**Ficha #3: Árboles**

La madera es un recurso natural renovable dependiente, depende de la explotación de este recurso y su cuidado, ya que si se cortan muchos árboles esa misma cantidad debería ser plantada para que dicho recurso sea renovable, es usado para papelería y madera.

**Ficha #4: Cinc**

Es un metal encontrado en el subsuelo de la tierra, además es uno de los 30 elementos más abundantes del planeta tierra, es necesario para el sistema inmune del cuerpo humano, este recurso es usado para la metalurgia y baterías, su extracción es por medio de la minería.

**Ficha #5: Carbón**

Es una roca sedimentaria formada en su gran mayoría por la descomposición de vegetales durante millones de años en el subsuelo terrestre, este recurso natural es utilizado como combustible fósil y además es usado en la generación de energía eléctrica, su extracción es por medio de la minería.

**Ficha #6: Agua**

El agua es un recurso natural importante para la vida humana y de los seres vivos en nuestro planeta, esta se encuentra en estado líquido la mayoría de veces, el agua es utilizada para generar energía, consumo humano, extracción de minerales o hidrocarburos.



Ficha #7: Cobre

El cobre es un metal encontrado en la corteza terrestre, es considerado como uno de los mejores conductores eléctricos, es utilizado en su gran mayoría para hacer cableado eléctrico y otros elementos eléctricos, su extracción es por medio de la minería.



Ficha #8: Aire

Es la mezcla de gases que constituye lo que conocemos como la atmosfera terrestre, esta mezcla es esencial para la vida en el planeta tierra, este sirve para generar energía eólica que se puede transformar en energía eléctrica.



Ficha #9: Petróleo

El petróleo es un recurso natural encontrado en la corteza terrestre, este es producido por la fosilización de algas marinas y zooplancton durante millones de años, su extracción es por medio de pozos petroleros o el fracking, este recurso sirve como combustible fósil y producción industrial de un sinnúmero de productos.



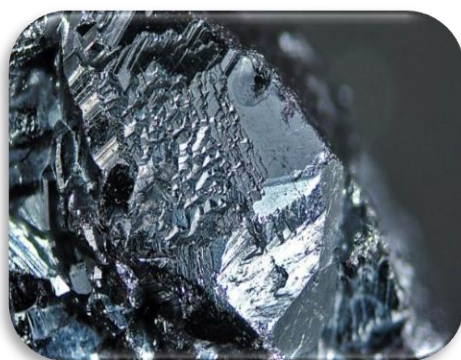
Ficha #10: Animales

Es el recurso natural en el cual estamos incluidos, en este recurso natural se incluyen muchos seres vivos que mantienen un equilibrio natural en el planeta tierra.



Ficha #11: Frutas

Es un recurso que sirve para el consumo de los seres vivos, este se extrae de plantas plantadas o árboles, es una fuente de energía para los seres vivos.



Ficha #12: Plata

Es un recurso común en la naturaleza que es extraído por la minería, pero es obtenido como subproducto de la minería por cobre y el oro, este recurso es muy utilizado para fines industriales, joyería, electricidad o electrónica.

La segunda actividad que se propone es visualizar un corto documental llamado “en pocas palabras: la crisis mundial del agua” en el que hablan del agua como el recurso natural más importante (Enlace: este documental se puede encontrar en Netflix), un documental de 18 minutos de duración que va a posibilitar a los estudiantes esclarecer la idea de que el agua es el recurso natural más importante y también abre una perspectiva en la que se muestra el malgasto del agua en la producción o extracción de otros recursos naturales.

Actividad #2

- Visualice el corto documental llamado “en pocas palabras: La crisis mundial del agua” y responde las siguientes preguntas:
- ¿Cuál es el mensaje que deja el documental?
- ¿Cuál crees que es el recurso natural más importante según el video?
- ¿Vale la pena poner en riesgo ese recurso natural tanpreciado por la extracción de otro recurso que no es tan necesario para la vida humana?

Tabla 4

Autoevaluación de los estudiantes por medio de calificación cuantitativa y argumentativa.

Autoevaluación:	Del 1 al 5	Observaciones del estudiante:	Observaciones del profesor:
Analizo el potencial de los recursos naturales de mi entorno para la obtención de energía e indico sus posibles usos.			
Explico mis ideas a mis compañeros sobre el uso de los recursos naturales para la obtención de energía entendiendo su importancia para el ser humano.			
Identifico los principales recursos naturales (renovables y no renovables) entendiendo su extracción y uso humano.			

Reconozco que los recursos naturales son finitos y exigen un uso responsable priorizando al agua como el recurso natural más importante para el vida en el planeta tierra.			
--	--	--	--

Sesión 4

Propósito:

- Identificar algunas prácticas bien sean científicas o no, que se están realizando en el país, mostrando los daños ambientales que generan estas prácticas en los territorios donde se implementan.

Recursos o herramientas necesarias para el desarrollo de la actividad:

- ✓ Computadores (por lo menos 1 por cada dos estudiantes), conexión internet, proyector de pantalla, pantalla, computador (Docente), sonido, marcadores, colores.

Descripción de la actividad:

- **¿Cuáles son las prácticas y actividades científicas extractivas más dañinas para el medio ambiente?**

Para dar cuenta del propósito y responder la pregunta inicial, se propone dos actividades con material didáctico digital y manipulativo, la primera consiste en encontrar las parejas algunas actividades científicas que se realizan en Colombia con los respectivos recursos naturales que se ven involucrados en la implementación de dichas actividades por

medio de una página gratuita en internet llamada Mobbyt (Enlace: <https://mobbyt.com/admin/index> Pin: 9107) los estudiantes deben hacerse en parejas o en tríos por computador, en esta actividad es necesario que hayan computadores e internet en el cual se pueda hacer una buena navegación en este, a continuación, se presenta las actividades escogidas y los recursos naturales que involucran:

Tabla 5

Prácticas y actividades científicas realizadas en Colombia y los recursos que extraen por estas.

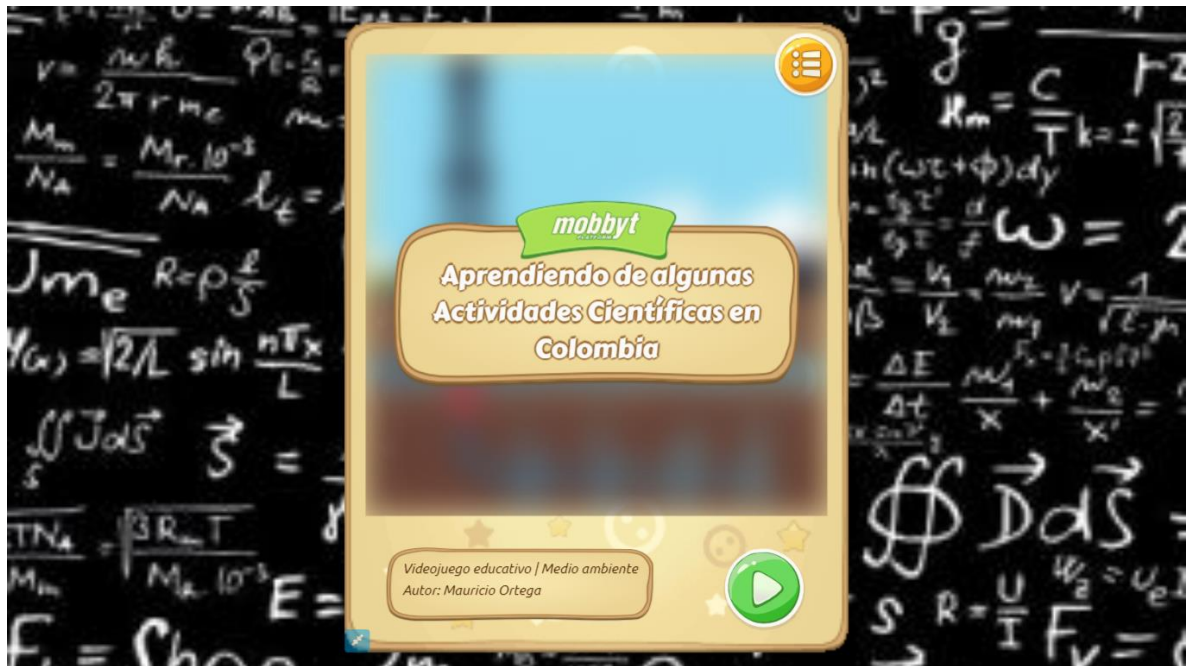
Prácticas implementadas en Colombia	Recursos naturales que se extraen de la implementación de dichas actividades
Aspersión de Glifosato	Cultivos Ilícitos
Minería	Carbón
Pesca	Alimentos Marinos
Agricultura	Frutos
Ganadería	Alimentos
Fracturación Hidráulica	Petróleo



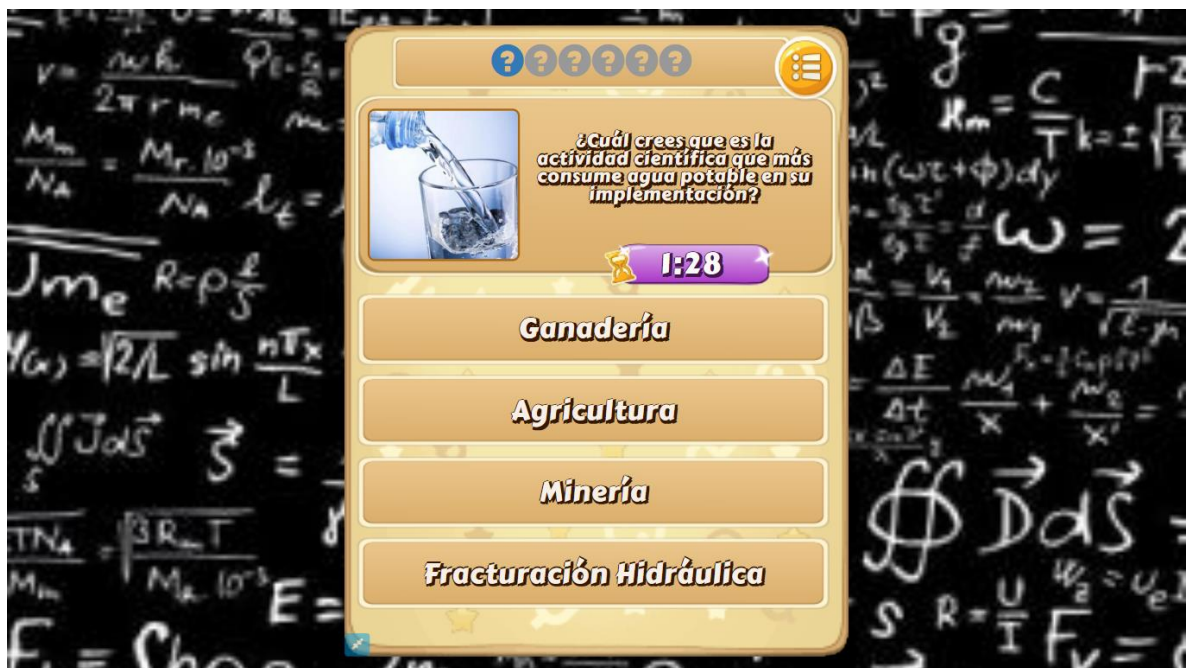
En esta actividad el estudiante por medio del anterior medio interactivo puede asociar las distintas actividades al recurso natural correspondiente, con esto se busca que el estudiante asocie al petróleo como recurso natural que se extrae por medio de la fracturación hidráulica como actividad científica.

Actividad #2

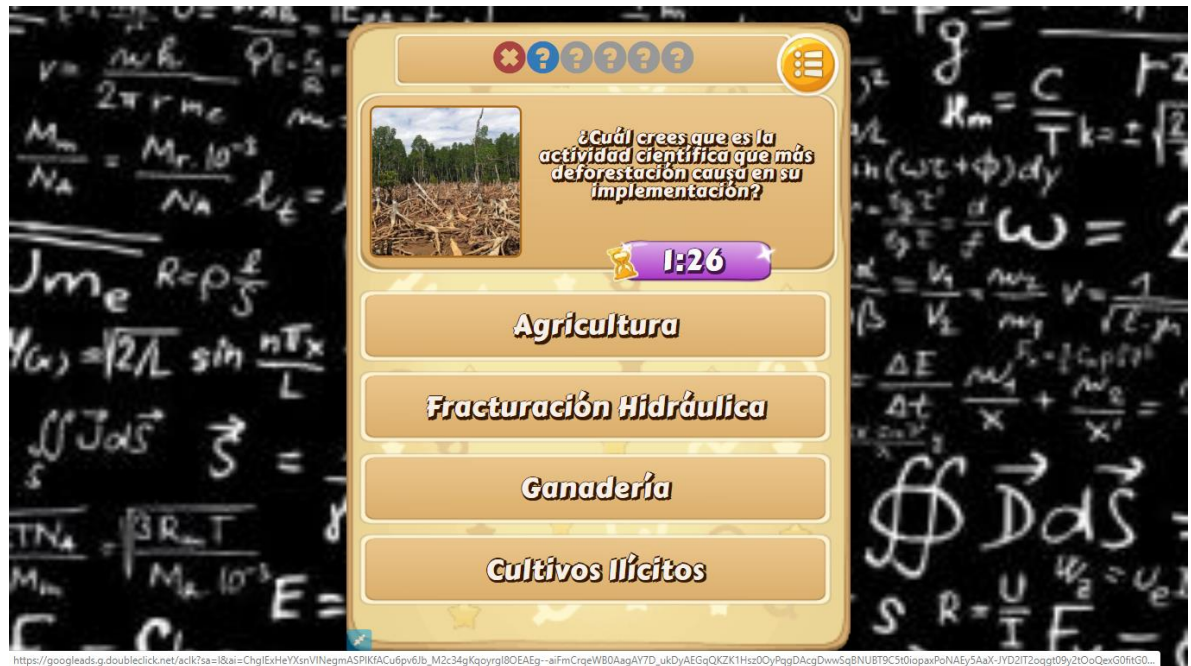
En este caso se propone una actividad de preguntas con selección múltiple en la que las se explicitan problemas que causan las distintas actividades científicas o prácticas que en la primera actividad se mencionaron, problemas relacionados con los daños ambientales y económicos, etc. A continuación, se presentan las preguntas que se encuentran en el cuestionario virtual (Enlace <https://mobbyt.com/videojuego/educativo/?Id=9084> PIN: 9084):



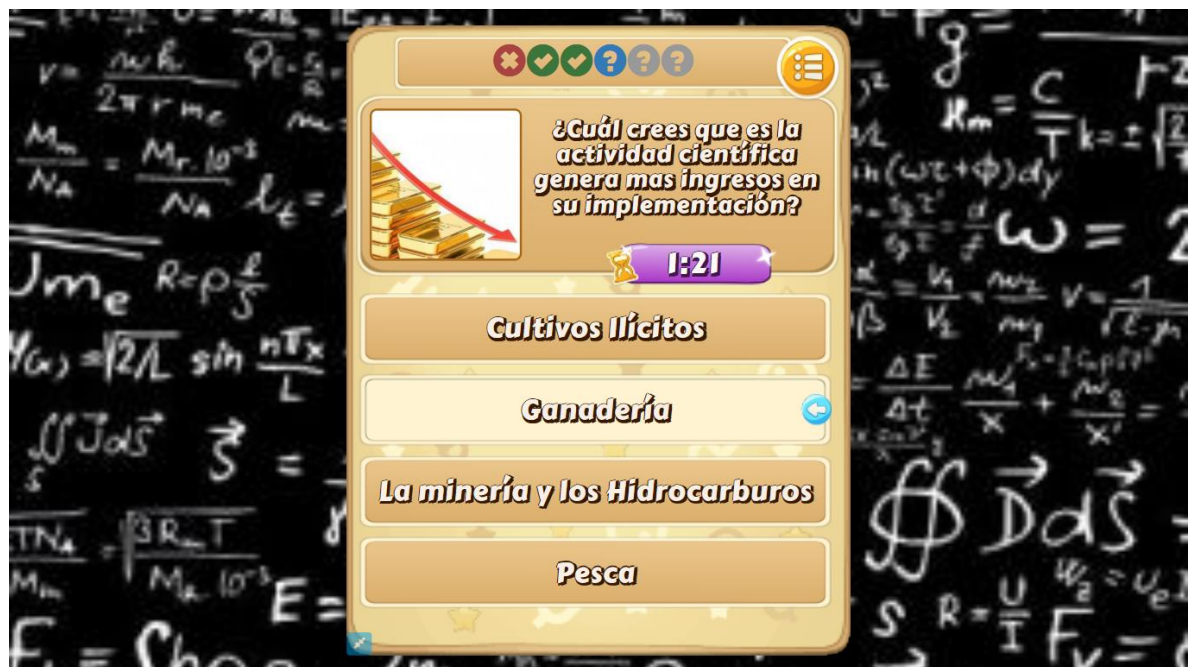
- ✓ ¿Cuál crees que es la actividad científica o practica que más consume agua potable en su implementación?



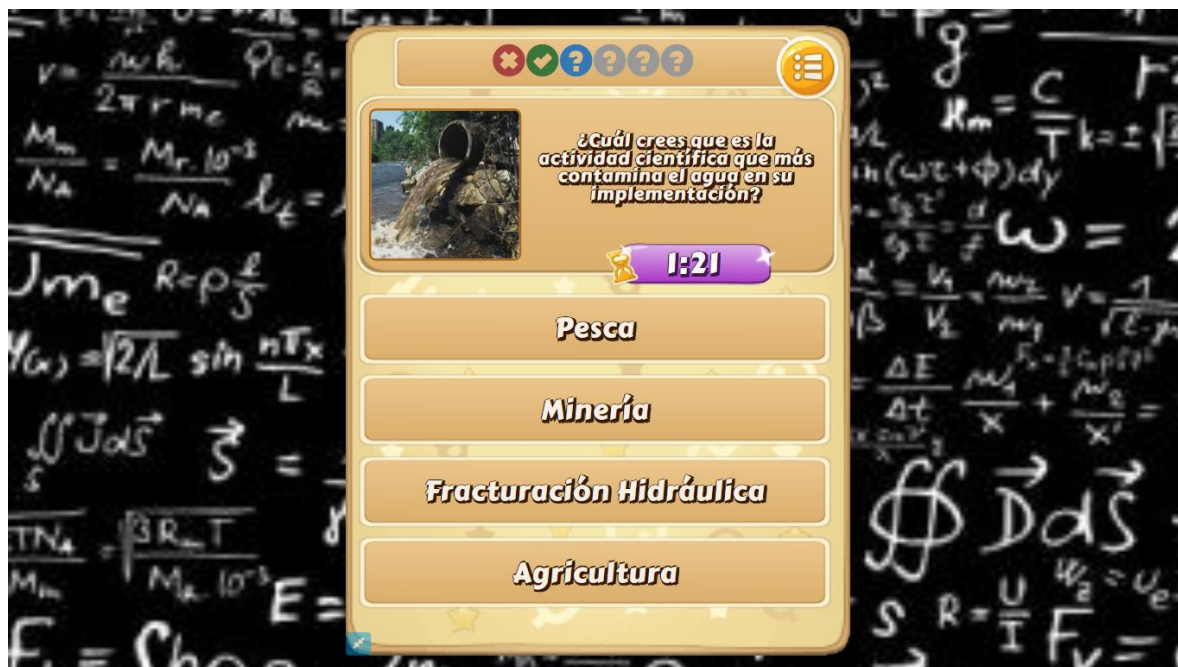
- ✓ ¿Cuál crees que es la actividad científica que más deforestación causa en su implementación?



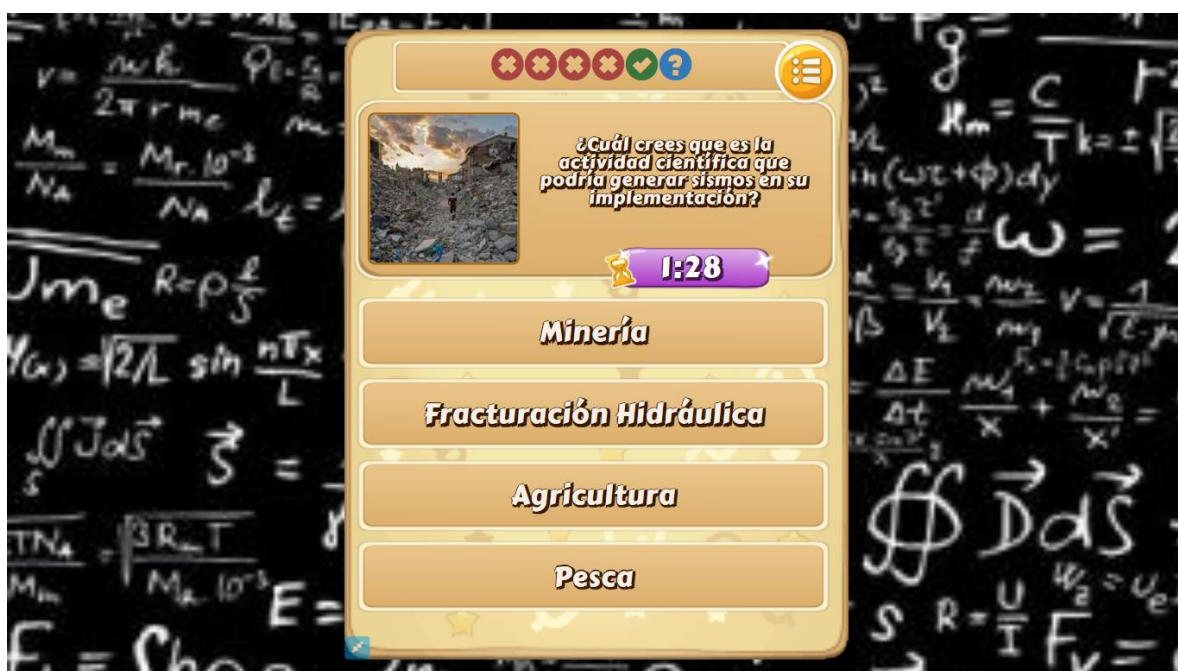
✓ ¿Cuál crees que es la actividad científica genera más ingresos en su implementación?



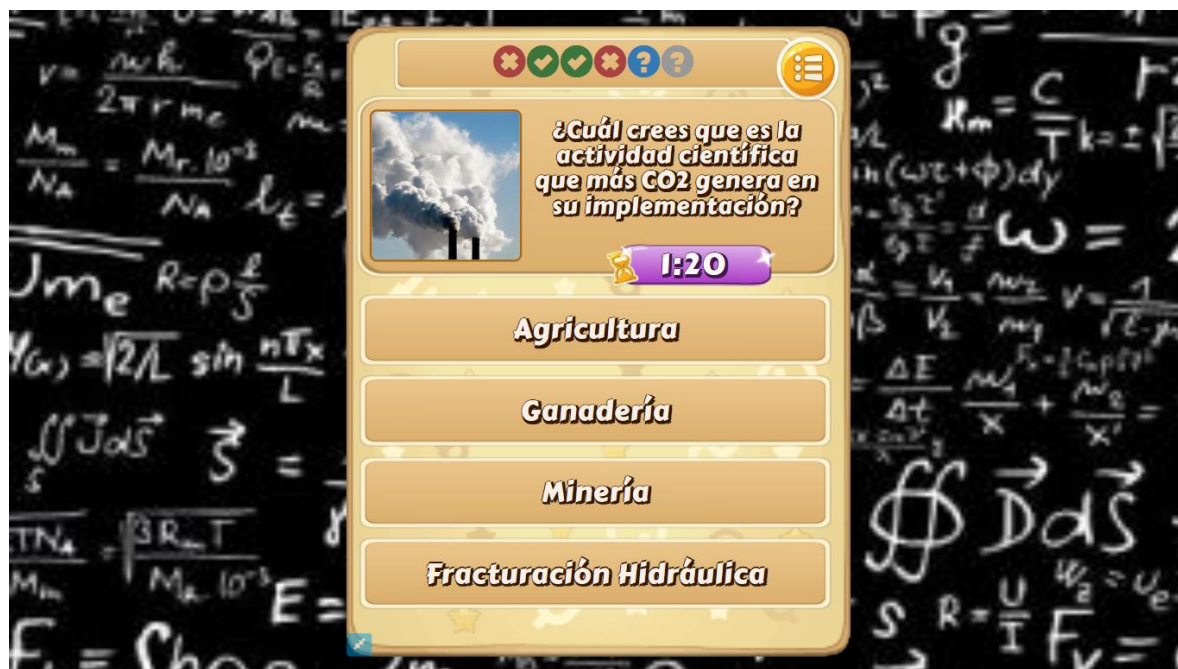
- ✓ ¿Cuál crees que es la actividad científica que más contamina el agua en su implementación?



- ✓ ¿Cuál crees que es la actividad científica que podría generar sismos en su implementación?



- ✓ ¿Cuál crees que es la actividad científica que más CO2 genera en su implementación?



Al finalizar el cuestionario es importante retomar las preguntas y las respuestas correctas, pero además es muy importante que los estudiantes identifiquen las actividades y prácticas que se explicitan en este cuestionario, el profesor debe de aclarar que todas las respuestas responden a la pregunta, esto quiere decir, que todas las respuestas por pregunta son válidas pero unas se clasifican de más a menos, por ejemplo en el caso de ¿Cuál crees que es la actividad científica que más contamina el agua en su implementación? Las respuestas son correctas, ya que todas las actividades o prácticas que se muestran allí contaminan el agua, pero se hace énfasis en la que más contamina el agua, de este modo, es importante que el estudiante pueda visualizar que la fracturación hidráulica como respuesta en cada una de las preguntas y que esto la hace una actividad científica relacionada con muchos daños ambientales y económicos en la sociedad. Para dar cuenta de que se evidencie esto, se propone ciertas preguntas y ejercicios orientadores:

1. Describe los recursos que se extraen con las actividades o practicas explicitas en esta actividad.

2. ¿Cuál es la actividad científica o practica que aparece en todas las categorías? ¿Qué significa para ti que dicha actividad aparezca en cada categoría?
3. ¿Es dicha actividad dañina para el medio ambiente? ¿Por qué? ¿Valdría la pena la extracción del recurso natural por medio de esa actividad científica?
4. Escribe en uno o dos párrafos en el que expliques todo lo que conlleva la actividad científica descrita en las anteriores preguntas, haciendo referencia además del recurso que se extrae y los recursos que se utilizan para su extracción.

Con este tipo de preguntas y ejercicios se busca que el estudiante pueda visualizar y analizar los daños tanto ambientales como económicos que dejan estas actividades en el área de su implementación e incluso en todo el país u el mundo, además de ello, el profesor debe guiar la actividad de tal forma que pueda explicar cada pregunta con su respuesta correcta y también explicando las respuestas incorrectas como ya se indicó anteriormente, de tal manera que el estudiante pueda tener una idea clara de los daños producidos por cada una de las actividades científicas en cuestión.

Para finalizar es importante que el profesor haga reflexionar incitando a las discusiones en grupo a los estudiantes sobre:

Ejercicio de reflexión: ¿Cuál es la actividad científica menos favorable para el medio ambiente y para nosotros como ciudadanos?

Para ello es importante retomar las respuestas y conocimientos obtenidos de estos en las actividades anteriores realizando una lluvia de ideas en la que se pueda llegar a la conclusión de la asociación de la fracturación hidráulica con la extracción de petróleo y todos los problemas que conlleva dicha actividad científica.

Estas actividades nos va encaminando a la actividad científica que queremos abordar para la enseñanza de la mecánica de fluidos en reposo y movimiento, hasta el momento se han trabajado tres sesiones, la primera sesión hace referencia a la pregunta en la que se contextualiza al estudiante en cuanto a que son los recursos naturales, esto con el fin de explorar ideas previas y construir sobre estas bases, la segunda sesión permite identificar algunos recursos naturales y clasificarlos en renovables y no renovables, además de clasificarlos de manera conjunta en la clase de mayor a menor importante y la tercera sesión

involucra unos cuantos recursos naturales con su respectiva actividad científica, además de mostrar los distintos problemas que pueda traer cada una de estas en su implementación.

Para la cuarta sesión es necesario que los estudiantes tengan claridad de que la fracturación hidráulica es un método de la extracción del petróleo y que este es un recurso natural no renovable, además de los problemas que se evidencian en la tercera sesión de dicha actividad científica, ya que se profundizara en el petróleo como el recurso natural más importante en la actualidad en cuanto a la producción y economía mundial, por tal motivo antes de pasar a las siguientes actividades se mostrara un video titulado “¿Cuándo nos quedaremos sin recursos naturales?” (Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=ZH1mb6QKyMY>), el cual es dirigido por un doctor en Física en el que explica algunos recursos naturales desde el que más se usa hasta el que menos uso tiene, explicando la utilidad de cada uno, el mostrar tiene como prioridad que el estudiante pueda relacionar al petróleo como el recurso natural más importante en la actualidad, con esto se abre una amplia discusión en las siguientes actividades.

Por lo tanto, se plantea la siguiente tarea:

Tarea:

- Observa el siguiente video “¿Cuándo nos quedaremos sin recursos naturales?” (Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=ZH1mb6QKyMY>) y has las siguientes actividades:
- Realiza una tabla en la cual se evidencie cada recurso natural descrito en el video con sus características principales y su producción o extracción.
- Investiga y da respuesta por medio de una síntesis de media página a la siguiente pregunta: ¿Por qué el petróleo es el recurso natural más importante de la actualidad? Escribe las páginas web o videos que viste.

Fase #2: Indagando nueva información

Sesión 5 y 6:

Propósito:

- Identificar al petróleo como el recurso natural más importante en la actualidad para la economía mundial, además que es el causante de muchas guerras, inequidades y divisiones políticas en el mundo.
- Identificar al petróleo como un recurso natural no renovable que se encuentra en estado líquido en el subsuelo terrestre por distintas propiedades físicas entre ellas la presión.

Recursos o herramientas necesarias para el desarrollo de la actividad:

- ✓ Computadores (por lo menos 1 por cada dos estudiantes), conexión internet, proyector de pantalla, pantalla, computador (Docente), sonido, marcadores, colores, plataforma virtual gratuita Kahoot.

Descripción de la actividad:

- **El petróleo: ¿El recurso natural que mueve al mundo?**

Actividad de repaso:

Socialización de la tarea puesta en la sesión anterior por medio de una lluvia de ideas dirigida por el profesor, el profesor tendrá marcadores los cuales se les darán a algunos estudiantes seleccionados al azar, se le pedirá que escriba una idea de la tarea de investigación que realizó, lo ideal es que cada estudiante pueda escribir una idea sobre su tarea de investigación.

El profesor condensará todas las ideas escritas por los estudiantes, pondrá en juicio algunas de ellas, ideas que estén mal expresadas o que sean erróneas o tienen puntos de vista sesgados, que pueden ser discutidos en grupo de acuerdo a la investigación que se haya realizado cada estudiante, así se puede formar un debate sobre puntos clave sobre este recurso natural, algunas de estas discusiones se pueden dar por las siguientes ideas:

- El petróleo es extraído por la minería.
- La forma en que hacen la extracción del petróleo es amigable para el medio ambiente.
- El motor de la economía es el petróleo por eso es necesario extraerlo por medio del fracking para aumentar su producción y por ende sus ganancias.

- El petróleo es indispensable para la humanidad.
- El petróleo solo genera ganancias por tal motivo toca volverse un país de producción de petróleo.
- El petróleo es más importante que el agua.

Inicio sesión 4: Actividad #1

Por medio de dos actividades se busca que los estudiantes puedan evidenciar al petróleo como el recurso natural más importante de la actualidad y que puedan hallar varias características de dicho recurso, por tal motivo se inicia con una actividad introductoria, esta actividad está realizada en una plataforma virtual llamada Kahoot (Pin del juego: 6170450, enlace: <https://kahoot.it/>), la cual consiste en una serie de afirmaciones y preguntas que llevan al estudiante a escoger una respuesta entre cuatro posibles, cada pregunta hace referencia al petróleo como recurso natural no renovable, importante para la economía, relacionado con la política, de producción extractiva, extraído por medio del fracking, en estado líquido, como combustible, ubicado en el subsuelo terrestre y como causante de guerras.

A continuación, se presentan las afirmaciones que se utilizan en la actividad realizada en la plataforma virtual:



Primera afirmación:

¡Soy un recurso natural no renovable!

26



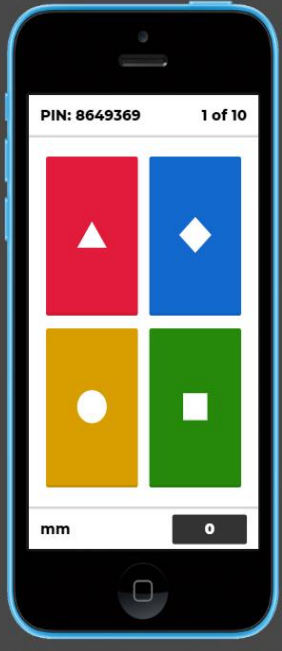
0 Answers

Skip

▲ Agua, Oro, Cobre, Luz solar.	◆ Carbón, Plata, Animales, Luz solar.
● Petróleo, Alimentos, Agua, Aire.	■ Agua, Petróleo, Gas natural, Oro

kahoot.it Game PIN: 8649369

PIN: 8649369 1 of 10



mm 0

Segunda afirmación:

¡Al momento de extraerme estoy en estado líquido!

24



17 Answers

▲ Oro.	◆ Petróleo.
● Cobre.	■ Gas natural.

Exit preview < 2 of 11 > L1

Tercera afirmación:

¡Una de estas organizaciones se encarga de ponerle precio para beneficios propios o de otras grandes naciones!

18



40
Answers

▲ Organización mundial de la salud.

◆ Organización para la agricultura y la alimentación.

● Organización de países exportadores de petróleo.

■ Organización mundial del comercio.

[Exit preview](#)
< 3 of 11 >
+

Cuarta afirmación:

¡Sirvo entre muchas cosas como combustible!

28



6
Answers

▲ Petróleo, Gas natural.

◆ Plata, Agua.

● Madera, Oro.

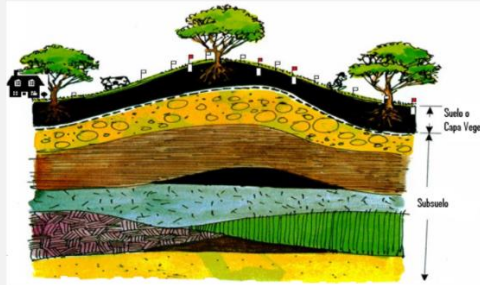
■ Cobre, Níquel.

[Exit preview](#)
< 4 of 11 >
+

Quinta afirmación:

¡Me encuentro en el subsuelo terrestre a unos 3000 km de profundidad!

18

35
Answers

▲ Luz solar

◆ Petróleo

● Oro

■ Zinc

Exit preview

< 5 of 11 >



Sexta afirmación:

¿La extracción de petróleo genera una dependencia económica en algunos países?

24

20
Answers

◆ True

▲ False

Exit preview

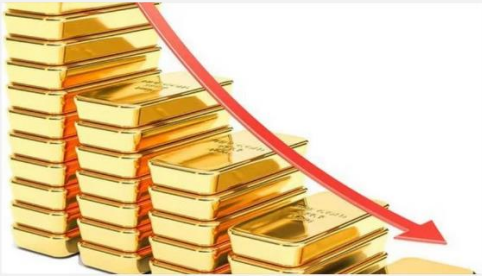
< 6 of 11 >



Séptima afirmación:

La economía mundial depende de su valor, y este esta dado en:

18



33
Answers

▲ Cajas

◆ Barriles

● Dolares

■ Comida

[Exit preview](#)
< 7 of 11 >
+

Octava afirmación:

¡Muchos países dependen de mi exportación, como lo son **Venezuela** y **Arabia Saudí**!

24



20
Answers

▲ Agua

◆ Oro

● Petróleo

■ Carbón

[Exit preview](#)
< 8 of 11 >
+

Novena afirmación:

¿La apropiación de los yacimientos de petróleo **NO** genera guerras entre países?

23



21
Answers

◆ True

▲ False

Exit preview < 9 of 11 > 

Decima afirmación:

¡Mi extracción se esta empezando a realizar por una de estas practicas!

24



18
Answers

▲ Fracking

◆ Deforestación

● Minería

■ Agricultura

Exit preview < 10 of 11 > 

Undécima afirmación:

¿Cuales de los siguientes problemas causa en el medio ambiente la extracción de petróleo por medio del fracking?

18



35
Answers

☒ Deforestación

☒ Contaminación de aguas y aire

☐ Sismos

☐ Todas las anteriores

Exit preview
< 11 of 11 >

Esta actividad ayudara a visualizar ideas previas del estudiante con respecto al petróleo y así por medio de esta sesión reconstruir esas ideas mediante diversas actividades.

Para proseguir en las actividades se propone entender el petróleo desde su creación, para ello se propone un video titulado “El origen de los hidrocarburos” (Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=mMhiFnPx3ic>), un video realizado por el instituto argentino del petróleo y del gas (IAPG) el cual consiste en una explicación breve de cómo se originan los hidrocarburos, además de explicar la extracción de estos y algo importante en este video es que habla de ciertos conceptos físicos sin entrar en tanto detalle, pero es un abrebocas para ir encaminando la actividad hacia el concepto de presión por medio del fracking.

Luego visualizar el video que explica que es el petróleo, se pasa a entender la importancia de este recurso natural no renovable en la economía y política mundial, y para ello se utiliza un video titulado “Cómo se fija el precio del petróleo y cómo esto afecta a tu bolsillo” (Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=r-a-BXQAKJY>) realizado por el canal BBC news Mundo, en el cual se explica muy detalladamente la relación tan estrecha entre la extracción del petróleo, la política, la economía y las crisis o guerras que se dan a costa de este recurso.

Se plantea entonces la siguiente actividad:

Actividad #2:

Para la realización de los ejercicios es necesario tener disponible una sala de cómputo para que los estudiantes logren indagar más sobre cuestiones necesarias para ellos al momento de responder las preguntas con base en los siguientes videos: “El origen de los hidrocarburos” (Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=mMhiFnPx3ic>), y el segundo se nombra “Cómo se fija el precio del petróleo y cómo esto afecta a tu bolsillo” (Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=r-a-BXQAkJY>).

1. Escribe en dos o tres párrafos lo que entendiste sobre el video el origen de los hidrocarburos.
2. ¿El petróleo es un hidrocarburo? ¿Por qué? ¿Para qué sirve este recurso natural?
3. ¿En qué estado de la materia se encuentra el petróleo al momento de ser extraído? ¿Por qué se mantiene en dicho estado?
4. ¿Cómo Estados Unidos ha logrado ser el mayor exportador de petróleo desde hace un tiempo? ¿Cuál es el mecanismo de extracción que genera más producción en menos tiempo?
5. Realiza un esquema o dibujo en el que expliques la relación entre el petróleo y la economía mundial.
6. ¿Qué relación tiene la OPEP con la producción de petróleo y la economía mundial? ¿Por qué la OPEP varia el precio del petróleo si esto afecta la economía de los países dentro de la organización?
7. ¿Crees que la lucha por el petróleo ha desencadenado guerras, inequidades y conflictos en algunos países? ¿Crees que son justas las sanciones que se le ponen a países como Venezuela, y el medio oriente? ¿Crees que la crisis que sucede en Venezuela es por el petróleo? ¿Podría suceder esto en Colombia?

Con estas preguntas se buscan dos cosas, la primera es que el estudiante pueda deducir por medio del video correspondiente al petróleo como un hidrocarburo utilizado como fuente

principal de energía eléctrica y de calor, además de ello que el estudiante lo pueda ver como un recurso muy importante para la economía mundial, esta cuestión es lo segundo que se busca con esta actividad, que el estudiante pueda lograr identificar la relación entre la extracción del petróleo, lo político y lo económico. La relación que existe entre estos tres ámbitos son que la extracción del petróleo tiene como principal objetivo aumentar la economía del país extractor mediante la exportación de este recurso, pero esta economía no depende propiamente del país, esta economía dependerá de la organización económica-política OPEP que se encarga de regular el precio del petróleo de acuerdo a sus intereses, intereses que se ven afectados por países dominantes de la economía mundial, que no les conviene que países ricos en este recurso natural se lucren de una forma exagerada ya que esto afectaría la balanza de la economía mundial que ellos manejan.

Después de ver ambos videos y realizar la respectiva actividad, se mostrarán por medio de la actividad # 3 se presentarán unas caricaturas que muestran de una manera diferente lo que se vio en los videos, estas caricaturas y dibujos animado amplía la temática que se muestra en el anterior video:

Actividad #3:

De acuerdo a las caricaturas e historietas que se proyectan en el video beam o se le pueden pasar a cada estudiante una o dos caricaturas, con el fin de que explique ellas desde su perspectiva, luego debate tus ideas con tus compañeros en el salón de clase.

Luego de debatir sobre todas las caricaturas realiza una producción propia (Caricatura) en forma de caricatura teniendo en cuenta la problemática que se está trabajando en la cual exprese si implementar el fracking es bueno o malo.

Tabla 6 - Figura 10-24

Caricaturas sobre la problemática del fracking que expresan las controversias desde lo social, político y lo ambiental.





Tarea:

- Realiza un esquema o un mapa conceptual de todo lo que has aprendido del petróleo respondiendo a las siguientes preguntas: ¿Qué es? ¿Cómo se extrae? ¿Cuáles recursos son necesarios para su extracción? ¿Su extracción es buena para el medio ambiente? ¿Es conveniente ser productor de petróleo? ¿Qué problemas conlleva la extracción de dicho recurso? ¿Puede un país depender absolutamente de este recurso? ¿De qué depende mi valor?

Se entregara estas caricaturas impresas en papel a los estudiantes, cada estudiante tendrá la posibilidad de tener dos o tres caricaturas las cuales serán explicadas por ellos mismos en el revés de dicha caricatura, posterior a esto, se harán preguntas a los estudiantes sobre sus explicaciones de las caricaturas que les correspondió, en paralelo por medio del proyector de pantalla se colocara la caricatura y se dará un espacio de reflexión sobre dicha imagen buscando que los compañeros amplíen la explicación o reflexión que se haya hecho.

Con estas imágenes se busca mostrar los problemas que conlleva el petróleo en cuanto a lo ambiental, social, político y económico, como bien se sabe el petróleo es el recurso natural que genera una de las principales disputas por territorios y guerras que se viven en la actualidad, por tal motivo se escogen caricaturas y dibujos animados para mostrar al estudiante de una manera diferente otras perspectivas de la realidad, además, este material presenta algunos problemas que conlleva la extracción del petróleo desde lo internacional hasta lo local.

Se debe tener en cuenta que cada caricatura tiene un mensaje, mensajes como lo son: Venezuela como uno de los países más productor de petróleo del mundo, la disputa por el petróleo de Rusia y Estados Unidos en el medio oriente, las mayores reservas de petróleo en el país saudí controlador del precio del barril de petróleo, la “nueva” actividad extractora de petróleo que quiebra el mundo por medio de la fracturación hidráulica, la incursión de grandes potencias mundiales en países ricos en dicho recurso natural, el petróleo como un generador de guerra, las crisis que se vive en países por la dependencia de la exportación y producción del petróleo en relación con el precio fluctuante del dólar y toda la , la negligencia de Ecopetrol con respecto al uso del agua, los derrames de petróleo en los que nadie se hace responsable y son causantes de muchos daños ambientales y las propuestas de dirigentes políticos que buscan la explotación del petróleo a como dé lugar sin pensar en los distintos problemas que puedan subyacer de dicha implementación.

Tabla 7

Autoevaluación de las sesiones 3-4 dirigida para los estudiantes.

Autoevaluación:	Del 1 al 5	Observaciones del estudiante:	Observaciones del profesor:
Identifico las prácticas y actividades científicas realizadas en el país teniendo en			

cuenta el recurso natural que extraen y su daño ambiental que genera.			
Comprendo que el fracking es una actividad científica extractora de petróleo muy contaminante con el medio ambiente y generadora de posibles desastres naturales.			
Reconozco que los recursos naturales son finitos y exigen un uso responsable priorizando al agua como el recurso natural más importante para el vida en el planeta tierra.			
Explico porque el petróleo es el recurso natural			

más importante en la actualidad y como este está ligado a la parte económico política mundial.			
Analizo el ¿Por qué? El petróleo se encuentra en estado líquido en el subsuelo terrestre e idéntico conceptos físicos que permitan ello.			
Reconozco el petróleo como recurso natural no renovable localizado en el subsuelo terrestre que además de servir como combustible es el más importante para la economía mundial en la actualidad.			
Entiendo cómo se realiza la extracción del			

petróleo por medio del fracking dando una opinión			
Explico mediante argumentos bien formados la relación existente entre el precio del barril de petróleo y el precio del dólar en concordancia con la economía y la política mundial.			
Comprendo las implicaciones políticas y económicas que existen en la extracción del petróleo por medio del fracking.			
Justifico los daños ambientales que genera la extracción del petróleo por			

medio del fracking.			
------------------------	--	--	--

Fase #3: Creando hipótesis

Sesión 7, 8 y 9

Propósito:

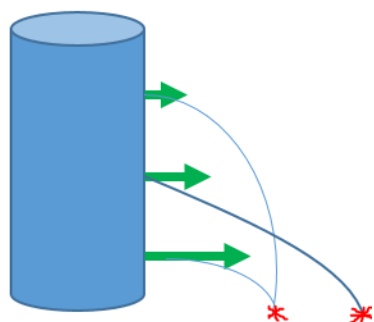
- Que el estudiante comprenda los conceptos que involucran la dinámica de fluidos mediante experimentaciones, analogías y conjeturas.

Prácticas experimentales (implementos):

En grupos de cuatro estudiantes realizar el siguiente procedimiento:

Conseguir una botella plástica de jugo hit o gaseosa, puede ser de 800ml o de un litro.

Hacerle tres huecos a diferente altura como se muestra en la imagen:



Tapar estos tres huecos con cinta aislante.

Para la actividad tener los siguientes implementos: un tacón, un clavo, dos jeringas de diferentes tamaños (sin agujas), 10 cm de manguera para suero, un vaso de cristal, un plato de cerámica, una vela y fósforos.



Materiales del profesor: 200 ml de aceite quemado, una botella de plástico cortada a la mitad.

Recursos o herramientas adicionales:

- ✓ Proyector de pantalla, pantalla, computador (Docente), sonido, marcadores, colores.

Actividad #1: Experimentación la Presión

Para la experimentación que relaciona el concepto de presión, se necesita los implementos solicitados, los tacones y clavos, se le pasara a cada estudiante un clavo y se les hará las siguientes preguntas:

¿En cuál parte del clavo se siente más presión al apretarlo contra la mano?

¿De qué depende esta presión?

¿Por qué es mejor clavar un clavo, por la punta y no por la cabeza?

¿En cuál parte del tacón se hará entonces más presión?

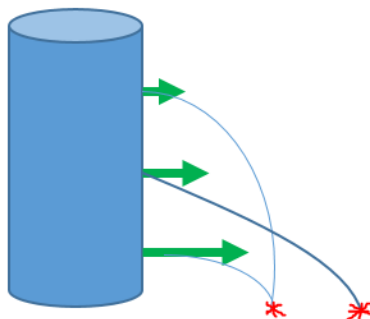
¿Cuáles son las magnitudes que producen que tu sientas más presión o menos presión?

Recomendación: si la respuesta a esta pregunta no termina de ser correcta en la mayoría de los estudiantes, se puede hacer una analogía con la palma de la mano y un dedo, presionando ambos sobre el pecho y describiendo en cuál de los dos momentos se sintió más presión, o como otra analogía se puede una persona acostar en el suelo y alguien pararse encima de ella sin hacerle daño, luego de ello se le pregunta a la persona en el suelo ¿si hubiese sentido más presión si la persona se acostaba sobre él?.

En esta parte se busca que el estudiante reconozca el concepto de presión mediante unas experiencias realizadas en el salón de clase, es importante que ellos reconozcan las variables en el concepto de presión como lo son la fuerza y el área o superficie de contacto, es por esto que se escogen dichas experiencias ya que estas pueden lograr dicho objetivo o propósito.

Actividad #2: Experimentación relación entre presión y profundidad

Llena la botella de agua que tiene los tres huecos como se muestra en la figura, luego de que esté completamente llena quita las cintas aislantes de los huecos, observa que sucede con los chorros de agua que salen por los tres orificios y responde:



1. ¿Qué observas en la experimentación? Explica con tus propias palabras.
2. ¿Qué relación encuentras entre la altura de los huecos con respecto a la presión? ¿Se puede generalizar?

Siga los pasos para realizar la experimentación, forme grupos de tres o cuatro estudiantes y tengan a la mano los siguientes materiales: Fósforos, agua, vaso, plato y una veladora, luego de tener listo el grupo y los materiales realiza el siguiente montaje:

1. En el plato ponga agua hasta la mitad de su profundidad.
2. Coloque la veladora en la mitad del agua, trata de que el agua no rebose el plato y genere regueros.
3. Con los fósforos encienda la mecha, luego ponga el vaso encima de la vela metiendo esta por la boca del vaso y encerrando la llama dentro de este.

Al finalizar la experiencia responda las siguientes preguntas:

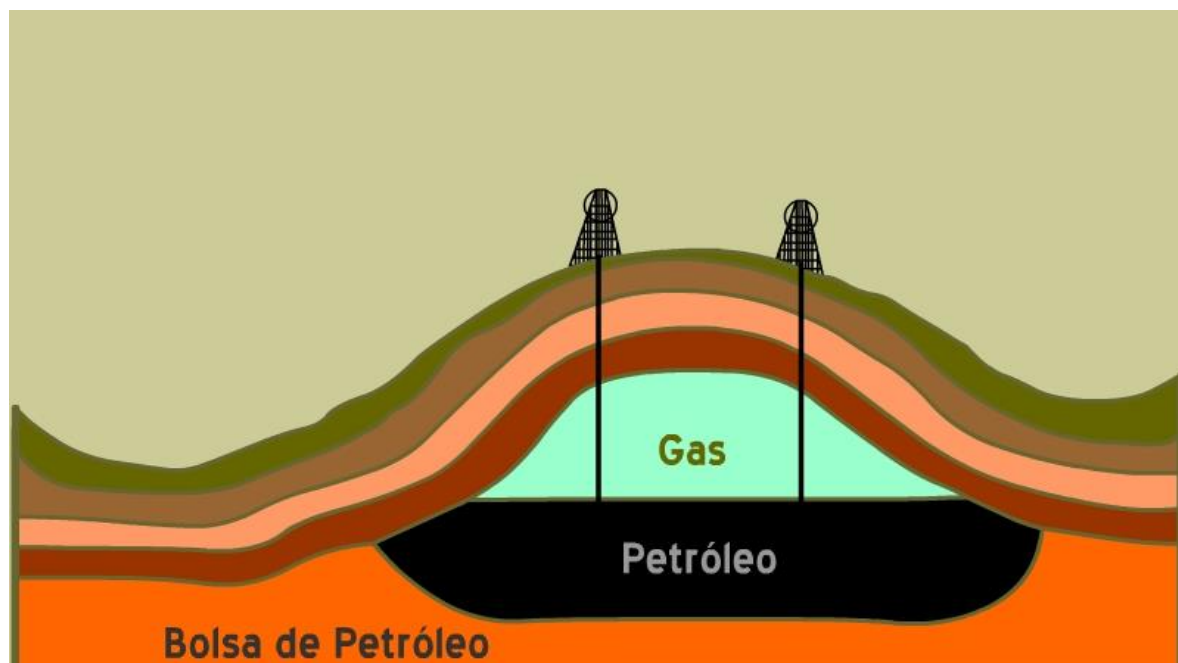
¿Qué logras evidenciar del experimento?

¿Por qué sube el agua por el vaso de vidrio? ¿Qué relación puedes encontrar entre la presión dentro del vaso y la presión fuera de este?

Observa la siguiente imagen:

Figura 11

Estaciones de petróleo y gas en pozos convencionales.



En esta imagen podemos ver que el petróleo se encuentra en el subsuelo terrestre, este permanece atrapado a grandes presiones allá abajo, según la experimentación anterior ¿qué haría falta para que el petróleo suba por los conductos hacia la superficie?

Dibuja en la imagen cuales son las presiones que producirían que el petróleo suba por el conducto.

En esta experimentación se busca que los estudiantes puedan identificar y evidenciar la relación que hay entre la profundidad y la presión. Una relación que se puede describir como directamente proporcional, entre más profundidad un cuerpo va a sentir mayor presión y entre menos profundidad este mismo cuerpo sentirá menos presión.

Además de ello se busca que identifiquen la extracción del petróleo en la que se utiliza la diferencia de presiones para que el petróleo que se encuentra a una profundidad considerable pueda ascender hasta la superficie de la tierra, esto se puede evidenciar en la experimentación, ya que la diferencia de presiones que hay dentro del vaso y fuera de este hace que el agua suba por el vidrio de este vaso.

Actividad #3: Experimentación densidad

En la botella de plástico recogeremos agua, luego le echaremos el aceite quemado

¿Qué sucede con el aceite y el agua? ¿Se mezclan?

¿Por qué crees que el aceite se queda en superficie?

Imagina que en una pecera con muchos peces se agrega un líquido como el aceite, pero peligroso para la vida de estos animales ¿Crees que sería mejor que este líquido peligroso se mantuviera en la superficie que en el fondo de la pecera?

Mira las siguientes imágenes y contesta las preguntas:

Figura 12

Derrames de petróleo en el río y mar respectivamente, la primera imagen corresponde a Lizama Colombia y la segunda imagen corresponde a el golfo de México



Las imágenes son el derrame de un pozo petrolero en Lizama Colombia, el fluido negro es el petróleo y el fluido café es el agua del río, la otra imagen es el mar justo en el golfo de México.

Según las imágenes ¿Cuál de los dos fluidos es más denso? ¿Por qué?

¿Por qué el petróleo se mueve más lento que el agua?

¿Por qué crees que es tan difícil separar el petróleo del agua?

Observa los siguientes videos y responde las preguntas que se dan al finalizar estos mismos:

Video 1: “Las posibles hipótesis sobre la fuga de petróleo en el Pozo Lisama158 (Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=V6edgD4i1fA>)”

Video 2: Derrame de petróleo, Barrancabermeja, petróleo, río Sogamoso| Noticias Caracol (Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=SpHnn-ypYkE>)

Video 3: “¿Por qué todos tan callados con el derrame de petróleo en Santander? - La Pulla (Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=uSYZ7hIZsTc>)

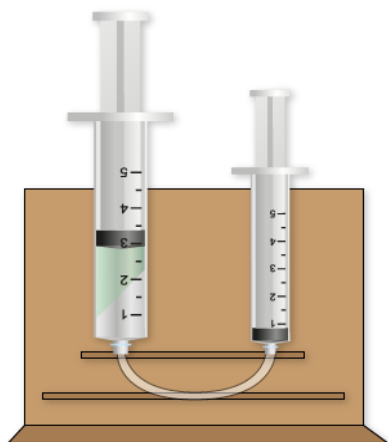
1. Describe cual fue el problema o la situación que se planteó en los videos.
2. Según los videos vistos en clase, ¿Consideras más importante el petróleo que se derrama o el daño ecológico que provoca? ¿Cuáles fueron las posibles causas del derrame de petróleo en el pozo Lisama?
3. ¿Qué recursos naturales se sacrifican para la extracción del combustible? ¿Qué consecuencias trae el derrame de petróleo para los ecosistemas aledaños al pozo de Lisama? ¿Fueron eficaces los métodos para recoger el petróleo derramado?
4. ¿Qué puedes decir sobre la seguridad de estos pozos petroleros en nuestro país? ¿Esta nuestro país capacitado para la contención de los derrames de petróleo?
5. ¿Qué puedes decir de la presión en líquidos y gases que se necesita en los métodos de extracción de petróleo? ¿Por qué flota el petróleo? (Esta pregunta se puede retomar en la siguiente experimentación para dar más profundidad al tema)

Estas preguntas buscan en el estudiante la comprensión del concepto de densidad y como este se puede evidenciar en el derramamiento de petróleo, además de entender los posibles daños ambientales que se pueden dar por la extracción de ese recurso.

Actividad #5: Experimentación principio de Pascal

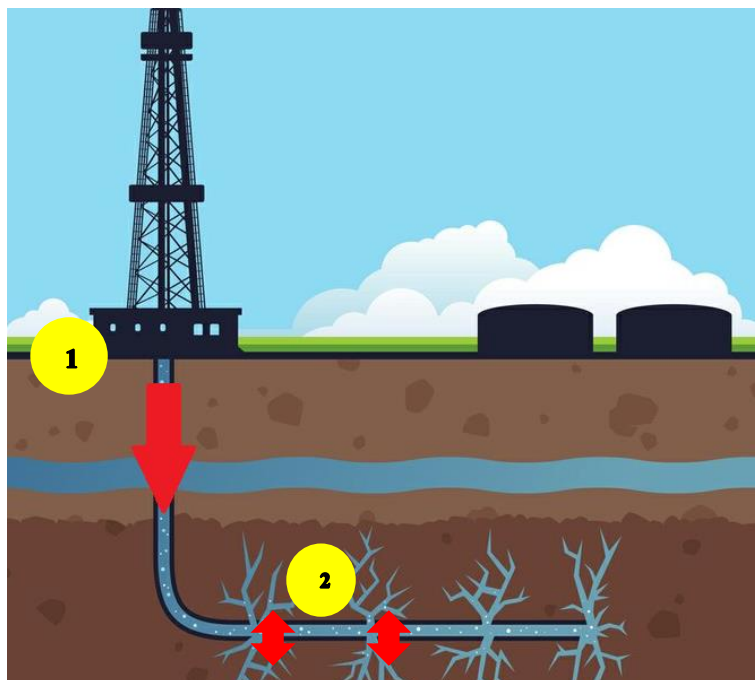
Este principio es muy importante en la fracturación hidráulica, por tal motivo se plantea que el profesor realice una clase experimental en la que los estudiantes puedan evidenciar el fenómeno que se encuentra detrás de dicha experimentación, relacionando lo que se ha trabajado de presión y realizando dibujos o esquemas que ejemplifiquen este principio.

La experimentación consiste en realizar un sistema cerrado con los siguientes implementos: jeringas, agua y manguera, para esta actividad los estudiantes se pueden realizar en los grupos de trabajo con los que han venido trabajando, luego de realizada la experimentación, resuelve las preguntas que se proponen.



1. Escribe lo que observaste en sistema cerrado de las jeringas.
2. ¿Qué ocurre con la jeringa grande si presionamos el embolo pequeño? ¿Qué ocurre con la jeringa pequeña si presionamos el embolo grande?
3. ¿Este principio de Pascal se puede evidenciar en la extracción del petróleo por medio de la fracturación hidráulica o fracking? ¿En qué momento?
4. ¿Cómo se desarrolla el principio de Pascal en el fracking? ¿Para qué sirve este principio en esta actividad?

Mira la siguiente imagen y responde las preguntas:



En esta imagen podemos visualizar una estación petrolera, la cual inyecta agua a grandes presiones mediante el conducto, el agua al llegar al momento 2 fisura las rocas generando así esas pequeñas grietas por donde fluye el petróleo.

¿Según el principio de Pascal en que momento de la imagen (1 o 2) hay más área transversal?

¿Según el principio de Pascal en que momento de la imagen (1 o 2) se ejerce más fuerza?

¿En cuál momento se ejerce mayor presión?

Cabe recordar que la respuesta a esta actividad se hace por medio de la observación de los estudiantes, algunas de las devoluciones que podrían hacer son: que al presionar el embolo grande el embolo pequeño siente una fuerza que lo empuja hacia arriba más fuerte que si se presiona el embolo pequeño con respecto al grande. También pueden evidenciar la relación que existe entre el área del embolo grande con respecto a la fuerza que se ejerce en el otro embolo.

Recomendaciones: Para las últimas dos preguntas quizás los estudiantes se queden cortos en sus explicaciones, por lo tanto, se recomienda visualizar los siguientes videos para

esclarecer todo sobre la extracción de petróleo por medio del fracking y que ellos puedan tener una mejor perspectiva de dicha actividad científica. Ambos videos son necesarios de visualizarlos antes de iniciar la siguiente sesión.

Video 1:

El primer video es uno realizado por instituto argentino del petróleo y del gas (IAPG), un video en pro del fracking, dando explicaciones sobre su implementación, pero sesgando mucha información en cuanto a los daños ambientales y demás. (Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=TVZ0DOZ59SA>)

Video 2:

El segundo video es realizado por un canal de YouTube el cual habla sobre toda la implementación del fracking, pero siendo más explícito en los daños que puede causar dicha actividad. (Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=Uti2niW2BRA>, El video se encuentra en inglés, por lo cual toca hacer una traducción de tal y ajustarle está en el mismo video o abrirlo directamente en YouTube y ponerle subtítulos).

Video complementario:

Este video sirve para complementar si aún los estudiantes no pueden describir cómo funciona el principio de pascal en la fracturación hidráulica, este video explica todo el proceso de la fracturación hidráulica además de explicar los pros y los contras de dicha actividad científica, es un video realizado para fines educativos. (Enlace: https://www.youtube.com/watch?v=Tudal_4x4F0)

Actividad #6: Ecuación de continuidad y Principio de Bernoulli

En esta actividad se propone hacer una construcción del tubo Venturi puede ser en grupos de 3.4 estudiantes o más grandes, para ello se propone el siguiente video en el cual se explica de manera detallada como debe realizarse este tubo con materiales no muy costosos e incluso que podrían tener los estudiantes en la casa.

De acuerdo al siguiente video (Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=x3hn3D6w5tg>) responde las preguntas:

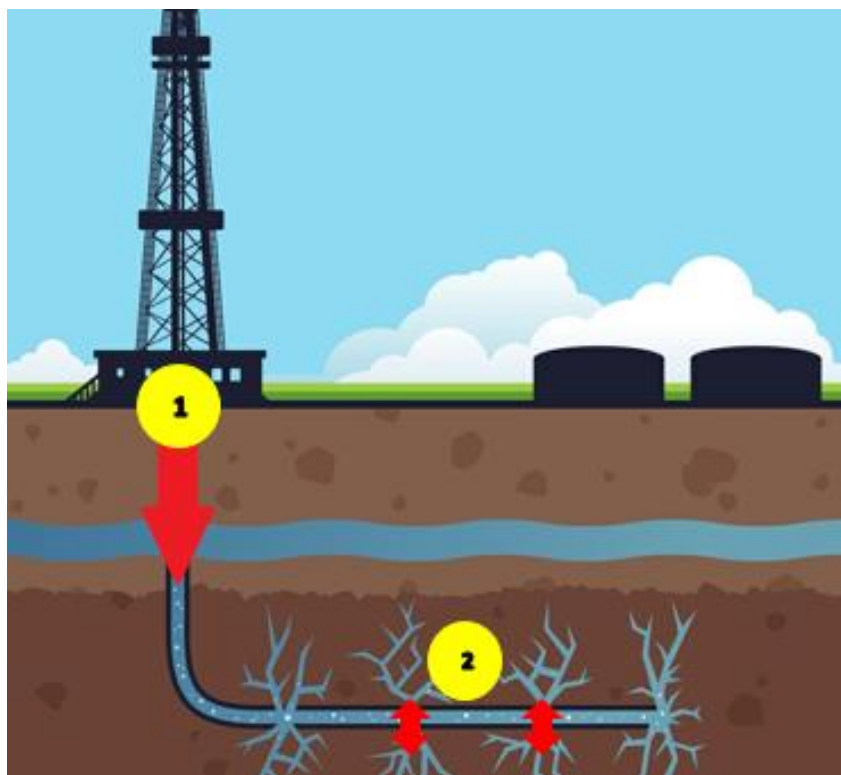
¿En cuál de las áreas transversales de los orificios es mayor la velocidad? ¿Qué relación hay entre el área y la velocidad?

¿Si el área transversal es más grande la velocidad es menor? ¿Por qué?

¿Qué sucede con la presión en ambas áreas transversales? ¿En cuál es mayor y por qué?

¿Qué relación hay entre el área y la presión en un fluido? ¿Qué relación hay entre la presión y la velocidad?

De acuerdo a la experimentación anterior, observa la siguiente imagen y responde:



¿En qué momento se siente mayor presión? ¿Mayor velocidad? ¿En cuál momento hay mayor área transversal?

¿Hay alguna relación entre la extracción del petróleo por medio del fracking y la experimentación del tubo de Venturi?

¿Cómo se extrae el petróleo de acuerdo a todos los conceptos físicos que se han trabajado? (Principio de Pascal, Principio de Bernoulli, Diferencia de presiones y continuidad)

Con estas actividades sobre la ecuación de continuidad y Bernoulli se busca que el estudiante identifique las relaciones entre la velocidad, el área y la presión, relaciones como lo son que a mayor área menor presión, o a mayor velocidad menor área y, por ende, a mayor velocidad menor presión. Es importante que el estudiante tenga en cuenta que en el proceso de la fracturación hidráulica se utiliza grandes volúmenes de agua a grandes presiones para fracturar la roca y así generar que el petróleo fluya hacia la superficie terrestre, esto se puede notar como una analogía del tubo de Venturi, en el cual se puede apreciar las diferencias de presiones, la velocidad y el área, y así que el estudiante pueda describir el proceso de la extracción de petróleo por medio del fracking.

Tabla 8

Autoevaluación de las sesiones 7-8-9 dirigida para los estudiantes.

Autoevaluación:	Del 1 al 5	Observaciones:	Observaciones del docente
Reconozco los conceptos físicos que se proponen en las actividades			
Comprendo la relación existente entre la presión, la velocidad y el área con respecto al caudal del río y el movimiento de los fluidos.			
Asocio el proceso de la extracción del petróleo con la diferencia de presiones y su relación con la velocidad, la profundidad y el			

área transversal por donde pasa este fluido.			
Explico la extracción del petróleo desde una perspectiva física asociando procesos a los conceptos físicos que se trabajaron en clase.			
Entiendo el concepto de densidad, tensión superficial, presión y con estos conceptos explico los principios de pascal, Bernoulli, Arquímedes y la ecuación de continuidad.			
Analizo los daños ambientales que podría llegar a causar la implementación del fracking en Colombia haciendo un análisis crítico desde la perspectiva física y ambiental.			
Explico la relación entre el principio de Pascal y la extracción de petróleo por medio del fracking.			

Anexos:

A continuación, se presenta un formato de bitácora, en el cual el estudiante podrá llenar en cada actividad de esta fase.

Tabla 9

Bitácora para el estudiante

Sesión	Act	Describe y explica lo que observaste (Te puedes apoyar en dibujos).	Preguntas que surgieron en la observación y realización de la actividad.	Observaciones y/o recomendaciones

Fase#4: Conclusión**Sesión 10 y 11:****Propósito:**

- Recopilar toda la información y saberes que se ha construido a lo largo de la unidad didáctica de actividades con el fin de explicar y dar su perspectiva sobre el fracking como actividad científica controversial en diversos ámbitos de la sociedad.

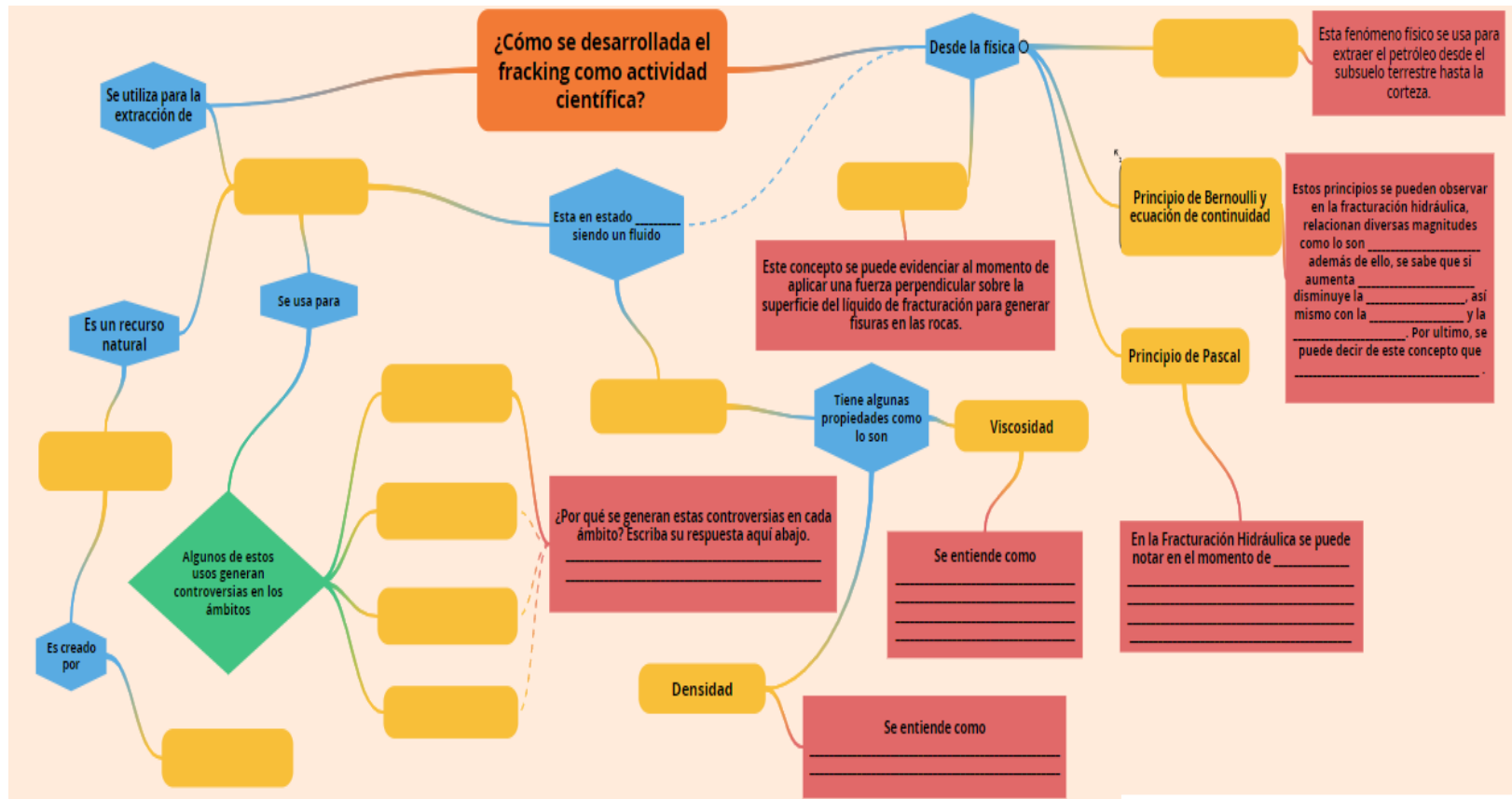
Recursos o herramientas adicionales:

- ✓ Proyector de pantalla, pantalla, computador (Docente), sonido, marcadores, colores.

En estas sesiones se busca hacer el cierre de toda la unidad didáctica de actividades, para ello, el profesor realizará una recopilación de saberes, empezando desde la primera actividad hasta la última, esto con el fin de mostrar toda la secuencia que se ha trabajado para llegar a este punto, aquí es importante que los estudiantes participen dando aportes sobre todo lo que ha trabajado y el profesor usará el tablero para tomar nota de todas las ideas que puedan aportar los estudiantes así luego de tener muchos aportes se puede organizar estas ideas en un mapa conceptual o un diagrama de saberes, esto con el fin de finalizar con la siguiente actividad:

Actividad #1:

Completa el diagrama que encuentras a continuación de este texto, luego de ello realiza una producción escrita en la que expliques si el fracking debe de realizarse en Colombia, también en esta misma producción explica todos los conceptos físicos que se vieron durante toda esta unidad didáctica de actividades, explica cómo se extrae el petróleo por medio del fracking desde la física y por último, explica como este proceso del fracking genera controversias en los distintos ámbitos sociales, este escrito será enviado como carta a un mandatario político o serán publicadas en las redes sociales.



Con este diagrama se puede generar un cuestionario en el que los estudiantes expliquen por medio de una producción propia todo lo que se relaciona en el fracking esta producción se plantea como actividad final, que los estudiantes realicen un escrito (carta) dirigido al presidente, políticos u otras personas con grandes cargos en el gobierno colombiano, en el cual explique todo el proceso que se hizo en la clase mostrando las implicaciones, las conveniencias, los daños y demás que genera la fracturación hidráulica en el país, para ello es necesario desarrollar detalladamente cada pregunta del diagrama, además de ello, se le debe hacer mucho énfasis en que expliciten detalladamente que principios, leyes o conceptos se pueden observar en esa actividad científica, como funciona la física en la extracción del petróleo y gas, por último, se exige que los estudiantes tomen una postura crítica sobre dicha actividad científica.

Esta actividad se puede dar a conocer por medio de las redes sociales, difundiendo todos los escritos de los estudiantes en la web, buscando el objetivo previsto y de algún modo llegando con esta problemática a las distintas comunidades que puedan leerlos y que toda esta secuencia no se quede solamente en lo hecho en clase.

Para finalizar con la unidad didáctica de actividades se propone una salida de campo, en la cual se busca que el estudiante logre percibir la contaminación del agua en un río de la ciudad, logrando así entrelazar la importancia del agua y el mal uso de esta en la extracción del petróleo por medio del fracking.

Salida de campo:

Esta salida de campo se propone para que los estudiantes puedan observar y describir lo que ven en un río cercano a la institución educativa o reconocido en la ciudad en la que habita, mediante una guía propuesta por el profesor.

Actividad de campo:

En esta actividad de campo es necesario que te hagas en grupos de trabajo de cuatro o cinco estudiantes, pueden ser los mismos grupos de trabajo que han venido trabajando en las sesiones anteriores, luego de formar dichos grupos, observen el río y expliquen todo lo que ven.

Recomendación para el docente: Es de suma importancia que los estudiantes reconozcan que el río está siendo contaminado y que esta contaminación se debe a desechos que nosotros (humanos) mismos producimos, además es importante que se haga un recorrido por tres sectores del río, uno puede ser en la parte más alta de este, si es en el río Pance se puede realizar la visita al río desde el pueblo de Pance, ya que en este lugar hay menos población humana cerca del río, el otro sector puede ser cercano a la Vorágine, ya que en la Vorágine hay muchos comercios, casas y demás, y por último, el tercer sector que se puede visitar es en las constructoras. Se escogen estos tres sectores porque se puede lograr evidenciar un cambio en la contaminación del agua que pueda ser visible para los estudiantes y que se pueda determinar por ciertos bio-indicadores de la calidad del agua.

En el río Pance hay personas capacitadas para dar charlas sobre la contaminación del río, de sus cuidados y demás, buscar apoyo de profesionales para generar en el estudiante consciencia de la importancia del agua, al involucrar más personas a nuestra situación generará en el estudiante formular preguntas, a indagar, a averiguar y demás.

Actividad reconocimiento del impacto de la contaminación de los ríos

- Realiza una síntesis sobre lo que entendiste de la explicación del experto.
- Según los bioindicadores de la calidad del agua completa la tabla escribiendo un pequeño análisis sobre si cumple o no cada bioindicador de acuerdo a la observación del agua del río:
- Realiza un dibujo de los tres sectores sobre lo que observaste del río Pance en cada uno de ellos.

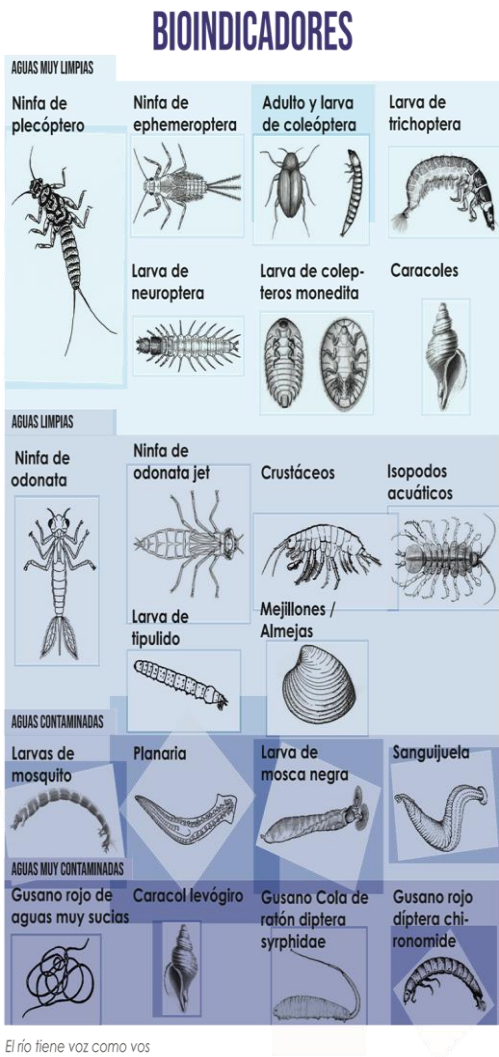
Tabla 10

Relación entre bio-indicadores y sectores del río previamente seleccionados.

Bioindicadores	Sector 1	Sector 2	Sector 3
¿Se encuentran algunas algas en el río?			

¿Se encuentran algunas plantas en el río?*			
¿Qué clases de animales se encuentran en el río?			
¿Se pueden observar peces en el río?			
¿De qué color se ve el agua del río?			
¿El agua tiene olor, como lo describirías?***			
¿Se puede observar espuma en el río?			

Ayudas para la identificación de los Tipos de animales:



Tipo de olor:

Figura 13

Tabla de la caracterización de los ríos de acuerdo a su aspecto.

Tipo de olor	Sustancias responsables	Observaciones
Aceitoso	hidrocarburos	Esorrentía carreteras
Aromático	Alcanfor, especies...	Origen natural
Balsámico		Flores diversas
Clorado	Cloro libre	Desinfección de aguas
Fecal	Sulfuro de hidrógeno..	Fosas sépticas, materia orgánica en descomposición
Frutas/Fragancia	Aldehidos	Subproductos ozonización
Medicina/Farmacia	Clorofenoles, fenoles	Productos de cloración
Pescado/verdura cocida	Mercaptanos, sulfuros orgánicos	Descomposición algas y plantas
Terroso/mohoso	Geosmina, Pirazinas...	Origen natural

La última evolución es una coevaluación, en la cual cada estudiante será evaluado por sus compañeros y profesor de acuerdo a lo realizado durante toda la unidad didáctica de actividades, a continuación, se presenta la coevaluación:

Tabla 11

Coevaluación dirigida hacia los estudiantes sobre todo el trabajo realizado en el transcurso de las actividades.

Coevaluación		
Indicador	Del 1 al 5	Observación
Actitudinal		
Su compañero entiende la importancia del uso responsable de los recursos naturales		
Su compañero reconoce que los recursos naturales son finitos y exigen un uso responsable.		
Su compañero se informa para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias.		

Su compañero escucha activamente a sus compañeros y compañeras, reconoce otros puntos de vista, los compara puede modificarlos ante argumentos más sólidos.		
Su compañero analiza las consecuencias de la implementación del fracking en Colombia		
Su compañero identifica factores económicos, sociales, ambientales, políticos y éticos que ha subyacen del fracking en el mundo.		
Conceptual		
Su compañero identifica lo recursos naturales en renovables y no renovables.		
Su compañero identifica procesos físicos en la fracturación hidráulica.		
Su compañero explica el comportamiento de fluidos en movimiento y en reposo de acuerdo a lo observado de la implementación del fracking.		
Su compañero entiende los conceptos de presión y densidad analizando la extracción del petróleo por medio de la actividad científica "fracking"		
Su compañero analiza desde el punto de vista político, económico, ambiental, social y ético las controversias que genera la fracturación hidráulica en el mundo.		
Su compañero describe los daños ambientales en la fracturación hidráulica.		

Su compañero justifica la importancia del agua en el sostenimiento de la vida.		
Su compañero relaciona al petróleo como eje principal de la economía mundial.		
Procedimental		
Su compañero cumple su función cuando trabaja en grupo y respeta las funciones de otras personas.		
Su compañero se informa sobre avances tecnológicos para discutir y asumir posturas fundamentadas sobre sus implicaciones éticas.		
Su compañero reconoce el carácter político que relaciona el petróleo como recurso natural		
Su compañero propone y sustenta las respuestas a sus preguntas y las compara con las de otros y con las teorías científicas.		
Su compañero saca conclusiones de los experimentos que realiza en grupos, aunque no obtenga los resultados esperados.		
Su compañero reconoce el fracking como un actividad económica que genera un impacto negativo en distintos ámbitos en las comunidades aledañas		

Para cerrar toda la unidad didáctica de actividades se plantea mostrarles a los estudiantes noticias, videos, imágenes, opiniones de políticos y demás sobre el fracking, con el fin de que ellos puedan ser críticos con respecto a lo que se les muestra y que muestren esa capacidad de debatir frente a diversas posturas que existan sobre el tema con argumentos contruidos en esta unidad didáctica de actividades. A continuación, se presentan enlaces que posibiliten esta actividad final:

Enlaces recomendados:

En el siguiente video encontraremos una explicación por medio de dibujos todo lo que tiene que ver con el fracking, se habla de todo lo que conlleva el fracking en cuanto a lo ambiental y lo asocian con nuestro país colombiano.

<https://www.youtube.com/watch?v=RPDtD0IP110>

En este video se presenta una entrevista realizada por noticias Caracol a un vocero del movimiento Colombia sin fracking, el cual explica todo lo que está detrás del fracking haciendo énfasis en que dicha actividad científica no se debe realizar en Colombia.

<https://www.youtube.com/watch?v=dJAFcBEojsI>

En el video que se presenta a continuación, es una entrevista realizada por noticias Caracol al presidente de la Asociación Colombiana de Petróleo Francisco Lloreda, el cual habla de que todo lo que se dice del fracking es totalmente falso, y que se puede realizar fracking responsable.

https://www.youtube.com/watch?v=y42ebt7u9_8&t=990s

Este video muestra como en un rio ubicado en Australia se prende en llamas a causas de la implementación del fracking, esto es descrito en un noticiero que pone en tela de juicio al fracking por estos acontecimientos.

<https://www.youtube.com/watch?v=GiFs-xuWGAI&fbclid=IwAR2IPhMwXkgmtaDsqHK5UGa9BkDYH1VLmu-0x1RwMVxPnIejlPjTVNBq65M>

Este video es una simulación del campo donde se realiza la implementación del fracking, muestran como se hace para construir las plataformas y destruir los ecosistemas aledaños.

https://www.youtube.com/watch?v=0YdRzV_KWkQ&feature=share&fbclid=IwAR3Sof3258rR1tB29bAeuDNtdarRbEG90I570G7veeJDBtk_d7vgxVeHJdY

Este enlace te lleva directamente a un simulador manual del fracking, en el que puedes manejar algunos procesos y ver como estos influyen en el medio ambiente.

<http://flyingdodos.com/project/lets-frack/?fbclid=IwAR0oymC1jwRk4u752oE9eBKwKI1zOIpt52H-n95yI2yRVhzuBsdT0iQUe2Y>

En este enlace se presenta una discusión en una mesa de negociación del presidente Duque con ambientalistas que protegen los páramos y zonas verdes de la minería y el fracking, dicho suceso ocurrió el año 2019.

<https://www.rcnradio.com/politica/duque-y-la-respuesta-ambientalista-sobre-prohibicion-del-fracking>

Este enlace muestra un artículo o columna realizado por la plataforma W radio sobre las promesas de Iván Duque como candidato presidencial de Colombia.

<https://www.wradio.com.co/noticias/actualidad/en-colombia-no-se-hara-fracking-la-promesa-de-ivan-duque-en-campana-presidencial/20190215/nota/3864510.aspx>

En este artículo podemos ver algunas frases del presidente de Ecopetrol sobre la fracturación hidráulica.

<https://barrancabermejavirtual.net/2017/07/16/conozca-las-10-frases-mas-destacadas-del-presidente-ecopetrol/>

Conclusiones y reflexiones finales

Este capítulo tiene como fin dar respuesta a los objetivos planteados en esta investigación, teniendo en cuenta lo realizado durante toda la investigación, las teorías, las referencias, el diseño de la unidad didáctica de actividades, el ejercicio dialógico entre pares, el análisis de los momentos significativos en este ejercicio y la transformación y resignificación del primer diseño.

De acuerdo a esto, el primer objetivo que tenía como finalidad proponer la inclusión de los ASC y en particular el *fracking* en la enseñanza de la ciencia en la educación media, utilizando el diseño de la unidad didáctica de actividades para establecer una relación dialéctica entre lo que conocemos como conocimiento científico y la formación sociopolítica del sujeto, se puede concluir que:

En primer lugar, se pudo notar que la inclusión de los ASC en la enseñanza de la ciencia fue algo nuevo tanto para los compañeros que hicieron parte del ejercicio dialógico como para mí como investigador y diseñador de la unidad didáctica de actividades, ya que es un campo que en nuestro programa de pregrado no se ahonda, esto debido a que nuestro tiene un enfoque más orientado a la enseñanza de las matemáticas.

Por tal motivo, al pensar en la formación científica y su relación dialéctica con la formación sociopolítica del sujeto era algo muy lejano dentro de mi conocimiento, pero a medida en que fui desarrollando esta investigación logre evidenciar que la formación en ciencias no es algo neutral con respecto a la visualización del mundo y que está se entrelaza con la formación en lo social y político, puesto que se puede notar que las acciones, actividades y prácticas que realiza la ciencia siempre tiene un impacto en la sociedad que repercute en la manera como los sujetos se relacionan entre sí y con su entorno social y ambiental.

Ahora bien, en segundo lugar, relacionar la actividad científica del fracking que involucra a la mecánica de fluidos como el conocimiento científico y la formación científica, fue un proceso muy difícil ya que entender la física detrás del fracking fue un primer inconveniente porque es un proceso de ingeniería que maneja la física muy avanzada como para llevar al aula de clases, por lo cual se hizo un proceso de reajuste teniendo en cuenta los

conceptos básicos que se manejan en la educación media y adaptando los conceptos macros a ese nivel de enseñanza por medio del diseño de la unidad didáctica de actividades.

Por otro lado, el conocimiento científico que se trabaja en la unidad didáctica de actividades permite explicar desde la física utilizando los conceptos de presión, densidad, principio de Pascal, ecuación de continuidad y principio de Bernoulli, y demás, el por qué esta actividad no debería realizarse en el territorio colombiano además de lograr que el estudiante construya esa formación científica con el fin de que tenga criterio para reflexionar, criticar y aportar a la transformación desde su perspectiva y la de los demás en cuanto a las controversias y tensiones que esta actividad pueda llegar a tener en los distintos ámbitos sociales.

Un segundo inconveniente surge al momento de relacionar lo político a el *fracking* ya que como se dijo anteriormente mi formación en ciencias no me permitía relacionar estas dos cuestiones, pero pensar en el *fracking* es pensar en la extracción de petróleo y esta actividad genera controversias, discusiones y tensiones en distintos ámbitos sociales, entre ellos lo político y lo económico, todo esto se puede ver estrechamente relacionado en los conflictos globales, en la inflación del dólar y disminución del precio del barril de petróleo, en la búsqueda de adueñarse de este recurso porque en esta época es el recurso natural más importante para la economía mundial y he allí donde entra a jugar las organizaciones políticas con sus formas de controlar este recurso.

Por último, la utilización de los ASC permite que esta relación entre la formación científica y la formación sociopolítica del sujeto se logre notar puesto que las actividades humanas (*fracking*) que se puedan estudiar desde la formación científica permitirá que el estudiante construya formas creativas de ver y entender el mundo que lo rodea planteándose alternativas a la solución de problemáticas que impactan las comunidades.

En cuanto al segundo objetivo que tenía como prioridad identificar saberes de la experiencia de los docentes pares que estuvieron en el encuentro virtual y en este se realizó un ejercicio dialógico sobre el primer diseño de la unidad didáctica de actividades con el fin de que estos saberes nos aporten a la reconstrucción de este diseño, buscando así un acercamiento de los compañeros pares a la utilización de los ASC y a la perspectiva de la formación de estudiantes como sujetos políticos, podemos señalar tres puntos importantes que se lograron destacar en nuestra investigación.

Primero, señalar que en el ejercicio dialógico con los compañeros pares se logran identificar de acuerdo a sus experiencias saberes que me aportaron en la resignificación del diseño, estos saberes fueron: el tiempo en la realización por parte de los estudiantes las actividades que se proponen, este aspecto fue muy importante ya que como docente en formación en muchas ocasiones no se tiene una buena planeación de tiempos para la que esas actividades se puedan realizar de la mejor manera; la utilización de herramientas como apoyo para el docente, en este caso se tuvo en cuenta los videos, las aplicaciones, las imágenes y demás que pueda utilizar el docente para enriquecer las actividades; por otro lado, este ejercicio dialógico promovió actividades que motivaran a los estudiantes hacia la ejecución de posibilidades creativas en la solución de la problemática.

Segundo, el dialogo entre pares además de resignificar y transformar el diseño, me sirvió como investigador y docente en formación para reafirmar la posición de que la enseñanza de la física por medio de estos ASC podría llegar a ser más interesante y una enseñanza alternativa diferente a la enseñanza tradicional, esto se pudo percibir en algunos comentarios de los compañeros, al expresar que asociar el *fracking* a la enseñanza de la física es algo diferente y que además relacionar la física con otras áreas de estudio hace de esta enseñanza algo nuevo e interesante para los estudiantes, por otro lado este dialogo me permitió resignificar la idea de planeación valorando el sentido de la misma pero además lo potente que puede ser el trabajo y la construcción colectiva de esta a partir del ejercicio entre pares.

Y para finalizar este segundo punto, el ejercicio dialógico me permitió reflexionar sobre mis ideas, estas eran que los compañeros no tenían el conocimiento necesario para aportarme en la transformación del diseño, en afrontar las críticas de la mejor manera, en discutir sobre un tema sin llegar a un problema de entendimiento, en repensar que la planeación conjunta puede ser muy significativa, además creo que a mis compañeros esta perspectiva les muestra que la física no es estática, y que esta se puede entrelazar con otras disciplinas.

Pero además de reflexionar sobre mis ideas, ese ejercicio me permitió ponerlas en cuestión y transformarlas de acuerdo a las distintas perspectivas de los compañeros pares, estas son cualidades y características significativas de verme como un sujeto político e incluso el verme como un docente en formación como sujeto político.

Tercero, esta enseñanza alternativa de las ciencias les permitió a los compañeros pares repensar la física como una disciplina que no está alejada de las demás, en una disciplina que puede tratar asuntos entrelazando otras sin dejar a un lado su esencia, además que trabajar asuntos que pongan en juego la física puede enriquecer sustancialmente las clases de ciencias, por otro lado que la utilización de los ASC en las actividades puede permitir que el estudiante sea propositivo, crítico, reflexivo y que transforme su realidad y quizás las de sus compañeros o familia mediante salidas de campo, debates en clase, exposiciones, mesas redondas, trabajos en equipo o escenarios de acción, o utilización de herramientas que le permitan cuestionarse y entre muchas más actividades que se pueden encontrar en el diseño de unidad didáctica de actividades, en consecuencia estas son las características de lo que nosotros llamamos sujetos políticos.

Para finalizar, el último objetivo en el cual se busca proponer elementos de reflexión que aporten a la formación inicial de profesores como sujetos políticos utilizando los ASC para la enseñanza de la física, estos elementos son:

- El enfoque en la formación de profesores relacionado con la formación de sujetos políticos debe hacer más énfasis en los procesos de formación inicial de docentes, principalmente en el programa de licenciatura en matemáticas y física de la Universidad del Valle, con esto se lograría que la formación del docente en ciencias naturales aporte a la transformación de los procesos de enseñanza y aprendizaje desde una perspectiva más integral.
- La necesidad de incluir en la formación inicial de futuros profesores de física las reflexiones de los ASC como un enfoque curricular que permite problematizar los problemas del contexto social y cultural y poner en juego la actividad científica desde una perspectiva sociocultural.
- Buscar que los docentes en formación se apropien de su labor docente y se vuelvan sujetos que aporten a la transformación de las realidades desde el uso del conocimiento científico, logrando que encuentren alternativas y soluciones ante los asuntos o problemáticas que sucedan en su contexto.
- Problematizar la física, esto es, como docente ver la física desde una perspectiva sociocultural en la que se resignifique la forma de pensar en física, el currículo y la forma de enseñar la física.

Para concluir este apartado, se tendrán en cuenta algunas reflexiones sobre la investigación realizada, durante toda la elaboración de este trabajo de grado el aprendizaje fue significativo, como estudiante de la licenciatura en matemáticas y física puedo decir que me causo dificultad acercarme a dos perspectivas que a lo largo de mi formación docente nunca había escuchado ni tratado, como lo son los ASC y la formación de sujetos políticos, entender esta alternativa a la enseñanza de la ciencias fue un reto que pude superar y me gusto afrontarlo, ahora bien pensar en la formación de sujetos políticos fue un gran proceso, ya que en primer lugar se debe ser un sujeto político, algo que ha medida de los meses fui aprendiendo a tal punto de poder pensar en la formación de estudiantes como sujetos políticos por medio de un diseño de una unidad didáctica de actividades, que a pesar de no poder aplicarla creo que un diseño interesante y que aporta de manera significativa a transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje en la clase de física.

Hay que tener en cuenta que esta unidad didáctica de actividades es extensa y por tal motivo el docente que quiera hacer uso de ella debe de entender muy bien el propósito de la misma, además de entender que esta planeación por sí misma no da los resultados esperados, sin embargo, como docente que planea utilizar este diseño tratar de resignificar y transformar el diseño de acuerdo a sus perspectivas y directrices enriquecerían dicha planeación, también se debe tener en cuenta que al ser un diseño que busca formar a estudiantes como sujetos políticos debe verse como un sujeto político.

Esta investigación me permitió cambiar la perspectiva que tenía sobre la ciencia y sobre su enseñanza, permitiéndome como docente tratar asuntos de interés general, pero sobre todo tomar partida sobre estos y no quedarme solamente en la crítica, sino ir más allá, pensar en transformar realidades de mi contexto es un punto fuerte que rescato de toda esta investigación. Como punto de cierre esta investigación me da una perspectiva más amplia de estudios posteriores que me gustaría realizar encaminándome en la misma perspectiva, buscando siempre como docente brindar por medio de la enseñanza de las ciencias que el estudiante pueda en un futuro ser un sujeto capaz de transformar sus realidades y cuestionar estas mismas.

Referencias bibliográficas

- Aguilera D. (2015). Bio-indicadores del agua. [Figura 28]. Recuperado de <https://es.slideshare.net/davidaguilera18488169/bioindicadores-del-agua#:~:text=2.,al%20modificarse%20las%20condiciones%20ambientales.>
- Alonso J. (2017). Obtención de Asfalto desde Petróleo. [Figura 25]. Recuperado de <https://asfaltomadrid.com/obtencion-asfalto-petroleo/>
- Álvarez, J., Castro, M., Cuesta, G., & Virviescas, L. (2013). *El maestro como sujeto político y sus implicaciones en el campo educativo y social: Caso: Hogar infantil mariposas*. Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá: Colombia.
- Arboleda, Y., & Virgen, M. (2016). *Diseño de una propuesta de enseñanza a partir de un asunto socio-científico como estrategia para la organización del conocimiento científico escolar*. Trabajo de grado. Universidad del Valle, Cali.
- Arcabuz. (2019). El tablero del petróleo. [Figura 12]. Recuperado de <https://www.elcomercio.com/opinion/caricaturas/caricatura-arcabuz-elcomercio-tablero-petroleo.html>
- Asociación colombiana de petróleo (ACP). (2017). ¿Qué son los hidrocarburos en reservorios no convencionales? [Figura 1 y 2]. Recuperado de <https://acp.com.co/web2017/es/todo-sobre-el-fracking/955-que-son-los-hidrocarburos-en-reservorios-no-convencionales.>
- BBC mundo. (2014). El derrame del Golfo de México en cifras. [Figura 27]. Recuperado de https://www.bbc.com/mundo/internacional/2010/06/100602_derrame_petroleo_bp_cifras_golfo_mexico_amab
- Cadenas, J. (2018). *La formación del docente de matemáticas como sujeto político desde el campo de la Educación Matemática Crítica*. Trabajo de grado, Universidad del Valle, Cali: Colombia.
- Castillo, K., Chaves, E & Moya, A. (2011). La investigación dirigida como un método alternativo en la enseñanza de las ciencias. *Revista ensayos pedagógicos*, 6 (1), 115-132. ISSN 1659-0104.

- Cerda, H. (1993). *Los elementos de la investigación: como reconocerlos, diseñarlos y construirlos*. Bogotá, Editorial el Búho.
- Charry-Ocampo S. & Pérez A. (2017). Efectos de la estimulación hidráulica (fracking) en el recurso hídrico: Implicaciones en el contexto colombiano. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 28 (1), 135-164. DOI: 10.18359.
- Díaz, N., & Jiménez-Liso, R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9 (1), 54-70. DOI: 10498/14624.
- Díaz Real, R. (2016). ¿es tan dañino como se nos presenta? [Figura 4 y 9]. Recuperado de <http://www.uvirtual.org/noticias/fracking/>.
- El periódico de México. (2014). Trump es el mejor presidente de EU para Asad. [Figura 14]. Recuperado de <https://elperiodicodemexico.com/caricaturas.php?actual=28&Id=3846>
- Falco, A. (2012). *Introducción a la física: una física para todos*, e2. Argentina: Editorial Brujas.
- Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A., & Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Historia y epistemología de las ciencias, enseñanza de las ciencias*. 20 (3), 477-488.
- Feyerabend, P. (1981). *Como defender la sociedad de la ciencia*. [How to defend society against science, Ian hacking, Scientific Revolutions], 11(1), 156–167.
- Gómez, E. (2013). *Las capas de la tierra*. [Figura 8]. Recuperado de <https://es.slideshare.net/EDU3364/las-capas-de-la-tierra-22393331>
- Gómez, A., Herrera, H., Hoffman, J., Orduz, N., Prado, A., Puerta, O., Sánchez, J., Santiago, C., & Ángel, A. (2018). *La prohibición del fracking en Colombia como un asunto de política pública*. Bogotá: Fundación Heinrich Böll.
- Guinand B. (2016). Petróleo, no subas nunca. [Figura 17]. Recuperado de <http://bernardoguinand.blogspot.com/2016/02/petroleo-no-subas-nunca.html>

- Heinberg, R. (2014). *Fracking el bálsamo milagroso: La falsa promesa del fracking hace peligrar nuestro futuro*. [Snake oil. How fracking's false promise of plenty imperils our future] (Manuel Peinado Lorca), e2. Barcelona: Icaria editorial.
- Heinberg, R. (2014). Fracking el bálsamo milagroso. [Figura 3]. Recuperado y adaptado de Fracking el bálsamo milagroso, p 57.
- Heisenberg, W. (1985). *La imagen de la naturaleza en la física actual*. Madrid: Orbis.
- Henao S., Berta Lucila; Palacio M., & Luz Victoria. (2013, enero-junio). Formación científica en y para la civilidad: un propósito ineludible de la educación en ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 9 (1), 134-161.
- Hoyos, N. (2015). *El rol del profesor desde su concepción de ciencia: hacia la formación del profesor de ciencias como sujeto político*. Tesis de maestría. Universidad del Valle, Cali.
- La ciudad llanura. (2015). ¿De luto? [Figura 20]. Recuperado de <http://argentina320.blogspot.com/2015/12/humor-grafico-de-luto.html>
- María José. (2019). Estados de agregación y fuerzas intermoleculares. [Figura 6]. Recuperado de <https://quimica.laguia2000.com/general/estados-de-agregacion-y-fuerzas-intermoleculares>
- Martínez, M. (2008). *Redes pedagógicas: la constitución del maestro como sujeto político*. Colombia, Editorial magisterio.
- Martínez, L. (2014, Julio-diciembre). Cuestiones socio-científicas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. *Tecné, episteme y didaxis: revista de la facultad de ciencias y tecnología*, (36), 77-94.
- Martinez Ramirez, L. (2017) *efectos del fracking y estrategias de las principales potencias en las caídas del precio del petróleo* (Monografía para optar por el título de Especialista en Negocios Internacionales e Integración Económica). Fundación Universidad de América, Bogotá.
- Martínez Núñez, C & Garzón, E. (enero 10 de 2015). *Causas y consecuencias de la caída del precio del petróleo*. Recuperado de <http://www.economiamarcritica.net/?p=4184>

Matador. (2018). La mancha de Ecopetrol. [Figura 21]. Recuperado de <https://twitter.com/Matador000/status/978994397940346880>

Matador. (2019). Con las manos manchadas. [Figura 23]. Recuperado de <https://twitter.com/matador000/status/1125015134295003136>

Matador. (2018). La otra opinión. [Figura 24]. Recuperado de <http://laotraopinion.net/recursos-naturales/petroleoygas/el-gran-dano-del-fracking-a-colombia/>

MEN. (2006) Estándares básicos de competencia. Ministerio de Educación Nacional, 96-97.

Mora, F., & Rodríguez, J. (2014, noviembre). El petróleo como arma económica: Los precios bajos del crudo perjudican a países en malas relaciones con EE UU. *Revista El PAIS*. Sección: Opinión.

Nieto V. (2011). Sigan babeando malditos yanquis por el petróleo es nuestro. [Figura 10]. Recuperado de <https://www.aporrea.org/actualidad/n185408.html>

Ortega R (2018). el gran daño del fracking a Colombia. [Figura 13]. Recuperado de <http://laotraopinion.net/recursos-naturales/petroleoygas/el-gran-dano-del-fracking-a-colombia/>

Podvitski V. (2019). ¿Olvidó EEUU su petróleo en Siria? [Figura 18]. Recuperado de <https://mundo.sputniknews.com/caricaturas/201910251089105376-olvido-eeuu-su-petroleo-en-siria/>

Prensa islámica. (2010). La nueva guerra de la OTAN. [Figura 15]. Recuperado de <http://www.prensaislamica.com/nota6868.html>

Sáez S. (2015). ¿Por qué PDVSA dejó de generar renta petrolera? [Figura 16]. Recuperado de <http://aperturaven.blogspot.com/2015/06/por-que-pdvsa-dejo-de-generar-renta.html>

- Sanchez C. (2015). Nos podemos dar el lujo de que se acabe el agua, pero no de que se acabe el “fracking”. [Figura 19]. Recuperado de <https://twitter.com/UnCaricaturista/status/588190763621736449/photo/1>
- Sánchez Blanco, G. y Valcárcel Pérez, M.V. (1993) *Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales*. Enseñanza de las ciencias, 11 (1), 33-44.
- Shugart W. (2008). La política petrolera a las trompadas de Rusia. [Figura 11]. Recuperado de <https://independent.typepad.com/elindependent/2008/12/la-pol%C3%ADtica-petrolera-a-las-trompadas-de-rusia.html>
- Tarback, E, & Lutgens, F. (2005). Ciencia de la tierra una introducción a la geología física. [Figura 5]. Recuperado de <http://www.xeologosdelmundu.org/wp-content/uploads/2016/03/TARBUCK-y-LUTGENS-Ciencias-de-la-Tierra-8va-ed.-1.pdf>
- Vera, Y. (2015). *Asunto socio-científico: Una manera para fortalecer la construcción de explicaciones a partir del estudio de casos-Cáncer de Mama*. Trabajo de grado. Universidad del Valle, Cali.
- Yako. (2017). Fracking. [Figura 22]. Recuperado de <https://elturbion.com/15533>
- Yearley, S. (1993-1994). La autoridad social de la ciencia en la edad postmoderna (Juan M. Iranzo). *Revista política y sociedad*. 59-66, Jordanstown, Universidad de Ulster.
- Young, Hugh D. & Roger A. Freedman. (2009). *Física universitaria volumen 1*. 12 ed. México, Pearson educación.
- Zenteno-Mendoza, B., & Garritz, A. (2010). Secuencias dialógicas, la dimensión CTS y asuntos socio-científicos en la enseñanza de la química. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*. 7(1), 2-25. DOI: 10.25267.
- Zimmermann M. (2018). Derrame de petróleo en Colombia: tras 25 días, aún no se controla el desastre ambiental. [Figura 7 y 26]. Recuperado de <https://es.mongabay.com/2018/03/derrame-petroleo-colombia-contaminacion/>