

ENSEÑANZA DE LA FÍSICA MEDIANTE EL ABORDAJE DE CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS EN EL CONTEXTO COLOMBIANO

ENSINO DE FÍSICA ABORDANDO QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NO CONTEXTO COLOMBIANO

TEACHING PHYSICS BY ADDRESSING SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES IN THE COLOMBIAN CONTEXT

Cod. DIC 14

James Stevan Arango Ramírez ^{1*} , Ángel Enrique Romero Chacón ^{**} 

Arango, J. y Romero, A. (2023). Enseñanza de la física mediante el abordaje de cuestiones sociocientíficas en el contexto colombiano. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Número especial, v18, pp.1-14

Resumen

En las últimas décadas, el abordaje de Cuestiones Sociocientíficas en la enseñanza de las ciencias naturales ha venido tomando fuerza; sin embargo, se percibe que la mayoría de los estudios se enfocan en problemáticas controversiales con concepto de la biología y de la química, dejando un poco rezagados los conceptos propios de la física. Mediante la presente ponencia, pretendemos generar interés de los maestros en formación y en ejercicio sobre dichas cuestiones en el marco del enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente para incorporarlas en la enseñanza de la física, con el propósito de: promover la apropiación de conceptos científicos, reflexionar sobre la naturaleza de las ciencias y contribuir a la formación de ciudadanos responsables e informados sobre problemáticas reales que ocurren en Colombia. A manera de ejemplo, en esta ocasión queremos hacer referencia a dos cuestiones que son de gran importancia en la actualidad del país a nivel político, económico, social, científico y ambiental. Se trata de la transición energética hacia “energías limpias” que está siendo impulsada por el actual Gobierno y la continuidad o no del Fracking o Fracturación hidráulica para la extracción de combustibles fósiles. A manera de conclusión, el abordaje de Cuestiones Sociocientíficas sobre problemáticas asociadas a la Física, pueden contribuir al aprendizaje de conceptos científicos, teorías y explicaciones propias de dicha disciplina, al tiempo que se forma a los estudiantes para la

* Magister en Educación, Profesor de Cátedra, Universidad de Antioquia, Colombia james.arango@udea.edu.co, - ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4034-6626>.

** PhD, Profesor Vinculado Universidad de Antioquia, Colombia, - ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5256-5535>

acción sociopolítica en un mundo globalizado y caracterizado por la sobreexplotación de recursos naturales.

Palabras clave: CTSA, Fracking, Transición Energética, Energía, Acción Sociopolítica.

Abstract

In recent decades, the approach to Socioscientific Issues in the teaching of natural sciences has been gaining strength; However, it is perceived that most studies focus on controversial problems with the concept of biology and chemistry, leaving the concepts of physics a little behind. Through this paper, we intend to generate interest from teachers in training and in practice on these issues within the framework of the Science, Technology, Society and Environment approach to incorporate them into the teaching of physics, with the purpose of: promoting the appropriation of scientific concepts, reflecting on the nature of science and contributing to the formation of responsible and informed citizens about real problems that occur in Colombia. As an example, on this occasion we want to refer to two issues that are of great importance in the country today at the political, economic, social, scientific and environmental levels. It is about the energy transition towards "clean energies" that is being promoted by the current Government and the continuity or not of Fracking or Hydraulic Fracturing for the extraction of fossil fuels. By way of conclusion, the approach of Socioscientific Issues on problems associated with Physics, can contribute to the learning of scientific concepts, theories and explanations of this discipline, while training students for sociopolitical action in a globalized world and characterized by the overexploitation of natural resources.

Keywords STSE, Fracking, Energy Transition, Energy, Sociopolitical Action.

Resumo

Nas últimas décadas, a abordagem das Questões Sociocientíficas no ensino das ciências naturais vem ganhando força; No entanto, percebe-se que a maioria dos estudos se concentra em problemas controversos com o conceito de biologia e química, deixando os conceitos de física um pouco para trás. Por meio deste artigo, pretendemos gerar interesse dos professores na formação e na prática sobre essas questões no âmbito da abordagem ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente para incorporá-los ao ensino da física, com o objetivo de: promover a apropriação de conceitos científicos, refletir



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

Número especial, v18, 2023.
11 Congreso Nacional de Enseñanza de la Física y la Astronomía



Avance de Resultado de
Investigación

sobre a natureza da ciência e contribuir para a formação de cidadãos responsáveis e informados sobre os problemas reais que ocorrem na Colômbia. Como exemplo, nesta ocasião queremos nos referir a duas questões que hoje são de grande importância no país nos níveis político, econômico, social, científico e ambiental. Trata-se da transição energética para "energias limpas" que está sendo promovida pelo atual Governo e a continuidade ou não de Fracking ou Fraturas Hidráulicas para a extração de combustíveis fósseis. Por meio da conclusão, a abordagem das Questões Sociocientíficas sobre os problemas associados à Física, pode contribuir para a aprendizagem de conceitos científicos, teorias e explicações dessa disciplina, ao mesmo tempo em que formam estudantes para a ação sociopolítica em um mundo globalizado e caracterizado pela superexploração dos recursos naturais.

Palavras chave: CTSA, Fracking, Transição Energética, Energia, Ação Sociopolítica.

1. Introducción

En el actual año 2022, se cumplen 60 años de la publicación del libro *Los Límites del Crecimiento*, en el cual Donella Meadows y compañía, llegaron a la conclusión que: si el actual incremento de la población, industrialización, contaminación, la producción de alimentos y la explotación de los recursos naturales se mantiene sin variación, alcanzará los límites absolutos de crecimiento en la Tierra durante los próximos cien años.

Sin embargo, aunque algunas ONG han hecho eco de estas palabras, para la mayoría de la población mundial este mensaje es desconocido o es ignorado y muchos gobiernos mundiales y empresas capitalistas, estas advertencias son erróneas y desestimadas; esto ha llevado a la actual crisis climática y ambiental que afecta al mundo.

En atención a ese llamado y en el marco de la Educación en Ciencias Naturales, surgió hace más de cuarenta años el enfoque CTS, cuyo propósito según Membiela Iglesia (1997) ha sido el de promover la alfabetización científica y tecnológica de los ciudadanos para que puedan participar en el proceso democrático de toma de decisiones y en la resolución de problemas relacionados con la ciencia y la tecnología.

En Colombia, este enfoque hace parte de los Estándares Básicos por Competencias en Ciencias Naturales y Sociales, desde el año 2004; a pesar de ello, sabemos que autores como Hodson (2004) y Zeidler, Sadler, Simmons & Howes (2005) invitan a ir más allá del CTS tradicional para centrarse en el abordaje de las Cuestiones Sociocientíficas y una Educación CTSA en la cuales, además de

promover la apropiación de conocimiento científico, se hagan explícitas reflexiones sobre la Naturaleza de la Ciencia, se tengan en cuenta cuestiones éticas de las prácticas científicas y se de espacio para la argumentación y el debate en ambientes que permiten la construcción social del conocimiento para el mejoramiento de la calidad de vida de los estudiantes.

2. Marco de Referencia

En primer lugar, para esta propuesta acogemos una perspectiva sociocultural de las ciencias naturales. En concordancia, la ciencia se puede entender como una empresa humana en continua construcción, en el marco de un contexto social, político, económico e histórico, que condiciona su evolución (Asencio, 2014).

En ese sentido, es una actividad humana que está íntimamente relacionada con el estudio de los fenómenos físicos, químicos, biológicos entre otros, pero al mismo tiempo, implica una práctica social que requiere de un trabajo colectivo que debe estar sujeto constantemente a la revisión pública, lo que necesita: sustentar, justificar, debatir, exponer, validar, refutar, argumentar, consensuar, entre otros; procesos de orden epistémico.

Lo dicho anteriormente, requiere de una ciudadanía crítica capaz de problematizar los usos de la ciencia y la tecnología. A propósito, con concordamos con Gallagher, (1971, p. 337) “Para futuros ciudadanos en una sociedad democrática,

comprender la interrelación entre ciencia, tecnología y sociedad puede ser tan importante como entender los conceptos y los procesos de la ciencia”. Es por ello que consideramos clave promover las reflexiones CTSA en las clases de Ciencias Naturales.

En los que sigue, presentamos cómo se originó en enfoque CTS, su evolución hacia las Cuestiones Sociocientíficas y cómo estas últimas, pueden incorporarse a la enseñanza e la Física.

2.1. El devenir del enfoque CTS hacia el CTSA y CSC

El movimiento educativo CTS surgió en los años sesenta y setenta en los campus universitarios, y se extendió a la educación secundaria en la década de los ochenta.

Nace en Norteamérica y Europa como respuesta a la crisis que comenzó a hacerse muy visible a comienzos de los años sesenta en la relación que mantenía la sociedad con la ciencia y la tecnología, respecto a las consecuencias sociales de la tecnología, en relación con las problemáticas ambientales, por lo que se debe analizar los límites del crecimiento científico y tecnológico desde una visión crítica de su impacto en la sociedad.

En el marco del CTS tradicional, Waks (1990) y Hodson (1994) proponen una serie de asuntos relacionados con problemáticas que pueden analizarse con los estudiantes en las clases de Ciencias Naturales, queremos resaltar en negrita, aquellas vinculadas con las dos cuestiones que queremos proponer a

los maestros de física, poder trabajar con sus estudiantes:

- ✓ El hambre en el mundo, los recursos alimentarios y la agricultura
- ✓ La calidad del aire y de la atmósfera.
- ✓ Los recursos hídricos, **la escasez de energía y las energías alternativas.**
- ✓ La tecnología para la guerra, armas biológicas, reacciones nucleares.
- ✓ La salud humana y las enfermedades.
- ✓ **El uso del suelo y los recursos minerales.**
- ✓ **El uso de sustancias peligrosas o tóxicas.**

El propósito central de tratar dichas cuestiones en el aula, es el de analizar con los estudiantes los impactos de las acciones antrópicas y los efectos de ciertos desarrollos tecnocientíficos en la sociedad y en el ambiente y cómo los intereses políticos y económicos influyen en la toma de decisiones en dichos desarrollos; lo cual conlleva a la conceptualización, mediante la identificación de grupos de conceptos científicos y de sus relaciones necesarias para el debate escolar en las diversas áreas del conocimiento, pero en nuestro caso particular, de la Física.

En concordancia con lo anterior, Waks (1990) plantea una serie de cuestionamientos que deben hacerse los maestros en relación con la incorporación de estas problemáticas en el aula, algunas de ellas:

- ¿Son directamente aplicables a la vida actual de los niños y jóvenes?

- ¿Son adecuados al nivel de desarrollo cognitivo y a la madurez social?
- ¿Son importantes en el mundo actual tanto para los estudiantes como para sus familias, y probablemente permanecerán como tal para una proporción significativa de ellos en su vida adulta?
- ¿Pueden aplicar lo aprendido en contextos distintos al aula?
- ¿Son temas que generan en interés y entusiasmo?
- ¿Los temas seleccionados están integrados al currículo y a los planes de área o pueden incluirse?

Al tener en cuenta los anteriores interrogantes, un maestro puede optar por seleccionar una problemática adecuada, pertinente, motivadora y significativa para emprender con sus estudiantes mediante el dialogo y el trabajo colaborativo, y de este modo facilitar la construcción de conocimientos y de argumentos, de hacerlos explícitos y así favorecer el aprendizaje de los estudiantes. A manera de sugerencia, invitamos a los maestros a identificar en el marco de los Estándares Básicos por competencias o a partir de los Derechos Básicos de Aprendizaje, qué conceptos científicos pueden asociarse a ciertos contenidos CTS, teniendo en cuenta, que este mismo enfoque se encuentra presente en dichos documentos guía.

Algunos autores como Hodson (2003; 2004) y Zeidler, Sadler, Simmons & Howes (2005) coinciden en que es necesario “ir más allá del

enfoque CTS tradicional”, dado el auge de los impactos sociales de la ciencia y la tecnología, así como la debilidad detectada en esta mirada que puede promover una alfabetización científica vinculada con visiones positivistas de la ciencia que no ayudan al desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes y no les permite comprender la Naturaleza de la Ciencia.

En relación con lo anterior, Hodson (2004) promueve una alfabetización científica crítica en los estudiantes que permita una formación para la acción sociopolítica y a superar los discursos en los cuales “lamentablemente la ciencia es considerada como un cuerpo de conocimiento que puede ser transmitido por los maestros, memorizado por los estudiantes, y reproducido en los exámenes” (p. 2).

En Hodson (2021) el autor establece una serie de propósitos que se desean alcanzar con el abordaje de algunas de estas problemáticas mencionadas anteriormente, en las clases de ciencias naturales, los cuales que apuntan a que los estudiantes puedan:

Aprender ciencias para adquirir y apropiar un lenguaje científico, una comprensión sólida de algunos conceptos, ideas y principios fundamentales, teorías de la ciencia y la capacidad de usarlas apropiada y efectivamente tanto en el mundo real como en situaciones simuladas. Para nosotros, esto implica el desarrollo de un pensamiento científico.

Aprender sobre ciencia y práctica científica para desarrollar una comprensión de las características de la investigación científica, el papel y el estado del

conocimiento que genera, las circunstancias sociales e intelectuales que rodean el origen y desarrollo de importantes teorías científicas, las formas en que la comunidad científica establece y supervisa la práctica profesional, incluida una clara comprensión de las convenciones lingüísticas para informar, defender, escudriñar y validar las afirmaciones científicas, y conciencia de las complejas interacciones entre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente. Para nosotros, significa problematizar los usos y la divulgación de la ciencia y la tecnología, así como promover reflexiones metacientíficas o aprender sobre la Naturaleza de la Ciencia.

Hacer ciencia para participar y ganar experiencia en la resolución de problemas, construcción de hipótesis, comunicación de hallazgos y conclusiones a otras personas.

Abordar Cuestiones Sociocientíficas para desarrollar las habilidades críticas y confrontar los saberes científicos con aspectos sociales, económicos, ambientales y ético- morales de las Cuestiones Sociocientíficas, y encontrar formas socialmente responsables de responder a las problemáticas del contexto.

Para cumplir con estos objetivos, el mismo autor propone que las actividades de aula estén permeadas por los siguientes criterios:

- ✓ Apreciar con los estudiantes el impacto social y ambiental de los cambios

científicos y tecnológicos, reconociendo que la ciencia y la tecnología están, en cierta medida, determinadas culturalmente.

- ✓ Entender que las decisiones sobre el desarrollo científico y tecnológico se toman en favor de intereses y que los beneficios acumulados para algunos pueden ser a expensas de otros. Los avances en la ciencia y la tecnología están indisolublemente ligados con la distribución de la riqueza y el poder.
- ✓ Abordar con los estudiantes controversias que les permitan aclarar valores, resolver dilemas éticos, formular y desarrollar opiniones propias y justificarlas a través de discusiones y argumentos.
- ✓ Preparar y tomar acciones responsables e informadas en materia ambiental, lo que implica aprender sobre la acción, aprender a través de la acción y aprender de la acción (acciones sociopolíticas).

Por su parte, para Zeidler, Sadler, Simmons y Howes (2005) ir más allá del CTS implica el abordaje de Cuestiones Sociocientíficas, las cuales se definen como dilemas o controversias sociales que tienen en su base nociones científicas; es decir, son una serie de asuntos polémicos, que si bien son tratados mediante debates por los agentes sociales (partidos políticos, colectivos de ciudadanos, medios de comunicación, organizaciones, comunidad científica, entre otros), en su esencia están vinculados con la toma de decisiones surgidas por avances de la ciencia y la tecnología que requieren de la intervención de una ciudadanía informada. En otras palabras, se conciben dichas cuestiones como la posibilidad de dar una

mirada crítica a las acciones, decisiones, instrumentos, y productos como consecuencia de avances científicos y tecnológicos que impactan directamente en la vida de las personas, o en el ambiente. En nuestro caso, proponemos dos asuntos polémicos para el contexto colombiano, que se pueden abordar como CSC para promover el aprendizaje de conceptos propios de la Física, al tiempo que se forma para la ciudadanía responsable a los estudiantes, dichas cuestiones son: la transición energética hacia “energías limpias” y el Fracking o Fracturación hidráulica.

2.2. El abordaje de Cuestiones Sociocientífica en el campo de la Física.

En nuestra experiencia como profesores y asesores de trabajos de investigación relacionados con el enfoque CTSA y el abordaje de Cuestiones Sociocientíficas, hemos percibido que la mayoría de las controversias se plantean en relación con conceptos propios de la Biología y la Química, dejando relegada a la Física. Es por ello, que hemos planteados dos posibles escenarios en los cuales se pueden abordar dos asuntos polémicos para el contexto colombiano como lo son: la transición energética y el fracking.

La Energía eléctrica que se consume en los hogares colombianos proviene de dos fuentes: las hidroeléctricas y de plantas que funcionan con Diesel y gas, en ambos casos, se podría hablar del impacto ambiental de ambas alternativas, pues desde hace años se viene planteando la necesidad de buscar energías más limpias como lo son la solar y la eólica. En este caso, se puede plantear un

estudio sobre la viabilidad de dicha transición en el país y sobre la eficiencia de las diferentes fuentes de energía a partir de la del campo conceptual entorno a este último concepto.

Se puede decir entonces, que hay un consenso que la transición energética y el cambio climático están directamente relacionadas, pues el objetivo de este proceso es reemplazar gradualmente las energías no renovables, es decir, las que se generan a partir de combustibles fósiles, por energías renovables, obtenidas de fuentes “inagotables”, como la eólica y la solar, pero ¿qué tan viables y eficientes son estas dos alternativas?

La energía eólica es aquella que se obtiene a partir de la fuerza del viento. Mediante una Turbina eólica o un aerogenerador instalado en la tierra o en el mar que transforma la energía cinética de las corrientes de aire en energía eléctrica. El proceso de extracción se realiza principalmente gracias al rotor, que transforma la energía cinética en energía mecánica, y al generador, que transforma dicha energía mecánica en eléctrica. (Álvarez, 2006).



Figura 1. Imagen de referencia sobre la energía eólica.

Fuente: Tomada de <https://pixabay.com/> con Licencia Creative Commons.

En relación con la eficiencia de la energía eólica, se puede investigar con los estudiantes, en la actualidad, cuál es el rendimiento actual alcanzado. La transformación de la energía eólica en eléctrica ya ha alcanzado niveles satisfactorios de rendimiento. Se habla de una eficiencia entre el 40% y el 50%, muy cercana al máximo teórico alcanzable que, según la ley de Betz, es del 59%.

Respecto a la energía solar, esta se obtiene a partir de la radiación solar que llegan a la tierra en forma de luz, calor o rayos ultravioletas y que son capturadas por los paneles solares. Esta energía es limpia y renovable. Su fuente es el sol, por ello podemos considerarla un recurso ilimitado.



Figura 2. Imagen de referencia sobre la energía solar.

Fuente: Tomada de <https://pixabay.com/> con Licencia Creative Commons.

Respecto a la eficiencia de este tipo de energía, según Flores y Domínguez (2016) la teoría más adecuada para estudiar la eficiencia es la desarrollada por Shockley y Queisser, la cual establece que la corriente producida por una celda solar está determinada por la diferencia entre el número de fotones absorbidos y el de aquellos emitidos por el mismo dispositivo.

Un primer acercamiento a los estudiantes sobre asuntos relacionados con la transición energética puede ser entre los grados cuarto y quinto, pues en los estándares Básicos por Competencias MEN (2004) se incluye en la columna CTS: que los estudiantes identifiquen y describan aparatos que generan energía luminosa, térmica y mecánica, asimismo, para los grados sexto y séptimo, décimo y undécimo, se propone que los estudiantes analicen el potencial de los

recursos naturales de mi entorno para la obtención de energía e indiquen sus posibles usos.

Cabe destacar, que ni en los EBC ni en los DBA, se abordan el tema de la transición energética y no se menciona la energía eólica y la solar se aborda, pero en el contexto de la fotosíntesis. Es labor del maestro problematizar este tema, que se puede abordar desde diferentes disciplinas científicas.

Desde hace ya varios años, el tema del fracking es una controversia en Colombia, el cambio de Gobierno en el actual año 2022 ha llevado a su suspensión. Diferentes agentes sociales han participado del debate alrededor de esta polémica técnica de extracción de petróleo y gas. La controversia ha girado en torno a su posible impacto negativo en un país que se considera megadiverso cultural y biológicamente hablando. Dicha polémica se centra entonces en la clásica dicotomía ambiente vs progreso (Mazo, Arango y Amelines, 2019)

El fracking o fracturación hidráulica, es una técnica que implica varias perforaciones, una vertical y varias horizontales en la roca sedimentada y que se puede extender por varios kilómetros alrededor del pozo en diversas direcciones (Valdés, 2016). A través de dichas perforaciones horizontales, se inyecta una mezcla de agua, arena y otras sustancias, que elevan la presión del pozo y provocan la salida ya sea de gas natural o petróleo, es decir, el agua y los químicos reemplazan los hidrocarburos (Webb et al, 2014). Para entender el funcionamiento de esta técnica nos podemos referir a conceptos

de la hidráulica como: presión, dinámica y estática de fluidos.

2.3. Reflexiones sobre la Naturaleza de la Ciencia.

Desde nuestra perspectiva, es clave que en las clases de ciencias se incorporen reflexiones acerca de la Naturaleza de las Ciencias -NdC- fundamentadas en una mirada sociocultural de la construcción de conocimiento científico. Es decir, una perspectiva acerca de la NdC que permita visibilizar la pluralidad y el cambio constante en las preguntas, explicaciones, procedimientos y cánones de científicidad y, al mismo tiempo, posibilite develar la incertidumbre y el carácter inacabado del conocimiento. Una tal perspectiva se convierte en un espacio propicio para poner en relación los procesos epistémicos inherentes a enseñar a hacer ciencias -proponer, defender, negociar, validar y compartir significados y representaciones- y aquellos concernientes a enseñar acerca de las ciencias.

Precisamente, para Kolstø (2000) es necesario mejorar la comprensión en los estudiantes de la NdC, pues esta pone especial acento en los procesos sociales de la construcción del conocimiento científico y en la resolución de controversias científicas. El autor pone en manifiesto cuatro grandes categorías:

- La ciencia como un proceso social.
- Las limitaciones de la ciencia.
- Valores en la ciencia.
- Actitud Crítica.

A continuación, presentamos una propuesta para promover en los estudiantes reflexiones CTSA y Cuestiones Sociocientíficas en las clases de Ciencias Naturales.

Secuencias de enseñanza-aprendizaje como estrategia didáctica para el abordaje de CSC en las clases de Ciencias Naturales

Para abordar estos temas polémicos en las clases de Física, sugerimos el diseño de secuencia enseñanza-aprendizaje. A propósito, Meheut y Psillos (2004) definen estas secuencias como actividades inspiradas en la investigación educativa con el objetivo de ayudar a los estudiantes en la comprensión del conocimiento científico. Por su parte, Linjse (2000) recomienda que la estructura de las secuencias de enseñanza-aprendizaje debe tener en cuenta: el contenido disciplinar, un componente motivacional y un nivel de reflexión. De esta manera, se puede promover en los estudiantes:

- El autoaprendizaje que permite el estudio individual, la búsqueda y análisis de información en diversas fuentes, la escritura de un ensayo, elaboración de historietas, construcción de mapas mentales e investigación.
- El aprendizaje interactivo, mediante la participación de los estudiantes en conferencias y seminarios, poder realizar entrevistas a especialistas, hacer visitas guiadas a museos, empresas y laboratorios.

- El aprendizaje colaborativo y el aprendizaje basado en problemas que promueven la participación de los estudiantes en actividades socioculturales y solución de casos simulados o reales, juegos de rol en general (debates, foros de discusión, juicios, panel de expertos, entre otros).

3. Metodología de sugerida para el trabajo en la clase

En esta parte del texto, queremos poner en manifiesto, que nuestra propuesta de trabajo como llamado a los profesores de Física para transformas sus prácticas educativas, también puede llevarse al campo investigativo. A manera de sugerencia, proponemos desde el paradigma de investigación cualitativa el estudio de caso como método de investigación; ya sea intrínseco, instrumental o múltiple (Stake, 1998) dependiendo de los intereses del investigador.

Pero, queremos centrarnos en el trabajo de aula para que los maestros puedan tener algunas ideas de cómo pueden incorporar las reflexiones CTSA y el abordaje de Cuestiones Sociocientíficas en las clases de Física.

Lo primero que deben saber, es que las Cuestiones Sociocientíficas no existen por si solas, son diseñadas y propuestas por los profesores a la

luz de casos reales y controversiales; ya sean del ámbito local, internacional o global.

El contexto es fundamental, si bien hay problemáticas globales que afectan a todos los ciudadanos del mundo, se pueden presentar variaciones entre los países, e incluso entre departamentos y municipios.

También es importante que los maestros tengan claro el propósito de las reflexiones CTSA y el abordaje de una CSC en su clase; si bien hay unos objetivos generales desde ellas misma, se pueden echar mano de ellas en determinados momentos o con diversos fines, por ejemplo:

- ✓ Introducir un tema particular y ciertos contenidos presentes en los Estándares o DBA.
- ✓ Motivar a los estudiantes para aprender ciencias a partir de problemáticas de contexto.
- ✓ Analizar una aseveración planteada en un artículo científico o noticia relacionada con conocimiento científico.
- ✓ Se puede asociar con el trabajo experimental.
- ✓ Se pueden plantear para la evaluación de saberes científicos y sobre la ciencia.
- ✓ Promover la argumentación sustantiva, la búsqueda de consensos y disensos en clase.
- ✓ Analizar la construcción de conocimiento a partir de casos de la

Historia y epistemología de la ciencia.

- ✓ Promover el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes.
- ✓ Asociarlo con asuntos presentes en el PRAE o en proyectos escolares asociados con la Gestión del Riesgo.
- ✓ Resolver dudas o preguntas de los estudiantes.

Es tradicional ya en las reflexiones CTSA el aprovechamiento de denominados juegos de rol y los casos simulados como estrategias importantes en el abordaje de dichos asuntos en el aula. En este caso particular, sobre la viabilidad de la transición energética en Colombia o sobre si se debe continuar o no con los pilotos de Fracking en el mismo país.

Asimismo, se puede promover con los estudiantes la lectura de textos como noticias e investigaciones científicas para que puedan analizar los discursos, argumentos planteados y hacer críticas sobre lo que se dicen entorno a la controversia planteada.

4. Consideraciones finales

Es importante aclarar que este texto es una reflexión y no una investigación, parte de diez años de experiencia asesorando y desarrollando investigaciones sobre reflexiones CTSA y el abordaje de CSC, consideramos, que esta línea de investigación tiene un potencial enorme en la formación de profesores y estudiantes en Física, para contribuir a la apropiación de conceptos

científicos, teorías y explicaciones propias de dicha disciplina, al tiempo que se forma para la ciudadanía responsable e informada.

No se debe limitar la enseñanza de la ciencia en general a la transmisión de conceptos científicos, el activismo sociopolítico es crucial como propósito de la enseñanza de las ciencias naturales, porque implica materializar todas las reflexiones que se realizan en los procesos formativos. Lo anterior, permite que los participantes no sean como lo plantea Derek Hodson “unos críticos de Sillón”, sino que utilicen sus conocimientos sobre la ciencia para la resolución de problemas reales mediante la participación ciudadana basada en sus conocimientos sobre la ciencia.

Finalmente, hacemos un llamado a los maestros colombianos que se dedican a la enseñanza de las Física. Que es tiempo de empezar a incorporar problemáticas CTSA y el abordaje de Cuestiones Sociocientíficas sobre problemáticas reales y Colombia es un país perfecto, pues en la actualidad siguen siendo muy polémicas algunas de los casos citados en este texto para responder a las actuales demandas de este mundo globalizado, es necesaria una transformación de las políticas públicas en la educación en ciencias, sobre todo en relación con el enfoque CTS en los Estándares Básicos por Competencias, estos ya son obsoletos para las actuales demandas como los Objetivos del Desarrollo Sostenible y la agenda 2030.

5. Referencias

- Asencio, E. (2014). Una aproximación a la concepción de ciencia en la contemporaneidad desde la perspectiva de la educación científica *Ciência & Educação* (Bauru), vol. 20, núm. 3, 2014, pp. 549-560.
- Álvarez, C. (2006). *Manuales de energías renovables 3: Energía Eólica. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.*
<http://www.esengrupo.com/uploads/descargas/archivo/Manual%20de%20Energ%C3%ADa%20E%C3%B3lica%20IDAE.pdf>
- Flores, N. y Domínguez, M. A. (2016). *Medición de la eficiencia energética de los paneles solares de silicio.*
<https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/791/1/Norma%20Repositorio%20de%20Normas%20de%20Medici%C3%B3n%20de%20la%20Eficiencia%20Energ%C3%A9tica%20de%20los%20Paneles%20Solares%20de%20Silicio.pdf>
- Honson, D. (1994) Seeking directions for change: The personalisation and politicisation of science education. *Curriculum Studies*, 2, 71–98.
- Hodson, D. (2004). Going Beyond STS: Towards a Curriculum for Sociopolitical Action. *Science Education Review*, v3 n1 p2-7
- Hodson, D. (2021). Going Beyond STS Education: Building a Curriculum for Sociopolitical Activism. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, v20, 592–622
- Lijnse, P. (2000). Didactics of science: ¿the forgotten dimension in science education research? En R. Millar, J. Leach, J.

- Osborne (eds.) *Improving science education: The contribution of research*, Buckingham: Open University Press. Pp. 308-326.
- Mazo, C. A., Arango, J.S. y Amelines, P.A. (2016). Discusiones sobre el fracking en Colombia como una cuestión sociocientífica. *Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias en Debate*. Volumen 2. Pág. 375
- Meadows, D. H. Et al (1972). *Los Límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad*. Club de Roma. México: Fondo de Cultura Económica
- Meheut, M. y Psillos, D. (2004). Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535.
- Membiela Iglesia, P. (1997). Una revisión del movimiento educativo ciencia-tecnología-sociedad. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, Volumen 15, 51-58.
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). Estándares básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articulos-81033_archivo_pdf.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). Derechos básicos de aprendizaje: Ciencias Naturales. https://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C.Naturales.pdf
- Stake, R. E. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Ediciones Morata.
- Valdés, C. (2016). *El Fracking: Impactos ambientales y socioeconómicos. Tesis de Doctorado en Medio Ambiente Dimensiones Humanas y Socioeconómicas*. Instituto Universitario de Ciencias Ambientales de la Universidad Complutense de Madrid.
- Waks, L.J. (1990). Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales. En M. Medina y J. Sanmartín (Eds.): *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, pp. 42-75. Barcelona: Anthropos.
- Webb, E., Bushkin-Bedient, S., Cheng, A., Kassotis, C. D., Balise, V., & Nagel, S. C. (2014). Developmental and reproductive effects of chemicals associated with unconventional oil and natural gas operations. *Reviews on Environmental Health*, 29(4), 307-318. <https://doi.org/10.1515/reveh-2014-0057>
- Zeidle, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377.