

Objetivos y metas de desarrollo sostenible: Aportes desde las reflexiones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente a la educación científica escolar

Objectives and goals of sustainable development: Contributions from the reflections on Science, Technology, Society, And Environment to school scientific education

Objetivos e metas do desenvolvimento sustentável: Contribuições das reflexões em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente à formação científica escolar

Maribel Botero Botero^I

Angel Enrique Romero Chacón^{II}

RESUMEN

El presente artículo tiene como propósito establecer puntos en común entre las reflexiones y los contenidos del enfoque en Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) con algunos de los objetivos y metas del Desarrollo Sostenible desde una mirada reflexiva sobre la actual crisis socioambiental que enfrenta el planeta. El pensar en cómo configurar nuevas y mejores relaciones del ser humano para con la naturaleza, nos lleva a legitimar la necesidad de una educación científica escolar fundamentada en la perspectiva del enfoque CTSA y materializada en el abordaje de Cuestiones Sociocientíficas en el aula de clase. La reflexión es eminentemente documental, definida desde la hermenéutica interpretativa Gadameriana a través del abordaje de textos disciplinares. Del proceso reflexivo se concluye que en Colombia es posible avanzar hacia el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y metas asociados a la Agenda 2030 mediante la vinculación del enfoque CTSA a la enseñanza de las ciencias.

Palabras clave: Enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente. Desarrollo Sostenible. Cuestiones Sociocientíficas. Enseñanza de las Ciencias. Acción Sociopolítica.

ABSTRACT

This article aims to establish common points between the reflections and contents of the focus on science, technology, society, and environment (STSE) with some of the objectives and goals of sustainable development (SDGs) from a reflective perspective on the planet's current socio-environmental crisis. Thinking about how to configure new and better relationships between human beings and nature led us to legitimize the need for a school scientific education based

^IUniversidad San Buenaventura, Medellín, Colombia. Correo electrónico: maribelbotero1@hotmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-3052-2307>

^{II}Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: angel.romero@udea.edu.co  <https://orcid.org/0000-0002-5256-5535>

on the perspective of the STSE approach. It materialized in addressing socioscientific issues in the classroom. The reflection is eminently documentary, defined from Gadamerian interpretive hermeneutics through the approach of disciplinary texts. From the reflective process, it is concluded that in Colombia it is possible to advance towards the fulfillment of the SDGs associated with the 2030 Agenda by linking the STSE approach to science teaching.

Keywords: Science, Technology, Society and Environment Focus. Sustainable Development. Socio-scientific Issues. Science Education. Socio-political Action.

RESUMO

O objetivo deste artigo é estabelecer pontos comuns entre as reflexões e conteúdos do enfoque ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CTSA) com alguns dos objetivos e metas do desenvolvimento sustentável de uma perspectiva reflexiva sobre a atual crise socioambiental que o planeta enfrenta. Pensar em como configurar novas e melhores relações entre o ser humano e a natureza nos leva a legitimar a necessidade de uma educação científica escolar baseada na perspectiva da abordagem CTSA e materializada na abordagem das questões sociocientíficas em sala de aula. A reflexão é eminentemente documental, definida com base na hermenêutica interpretativa gadameriana por meio da abordagem de textos disciplinares. Do processo reflexivo, conclui-se que na Colômbia é possível avançar no cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e das metas associadas à Agenda 2030, vinculando a abordagem CTSA ao ensino de ciências.

Palavras-chave: Foco em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente. Desenvolvimento Sustentável. Questões Sociocientíficas. Educação Científica. Ação Sociopolítica.

INTRODUCCIÓN

Desde su aparición, el ser humano ha interactuado con el medio ambiente, lo ha modificado para satisfacer sus necesidades básicas y ha establecido relaciones con los demás seres vivos, elementos y condiciones que lo componen. Sin embargo, cuando los cambios se masifican, se aceleran y aparecen grandes desarrollos en ciencia, tecnología e investigación, muchas veces el interés se traslada a la acumulación de bienes, riqueza y poder, en detrimento del ambiente en general, incluyendo a los seres más vulnerables. En la época actual, la humanidad enfrenta una crisis ambiental global que exige, no solo una nueva comprensión de las relaciones entre el ser humano, la sociedad y el ambiente, sino la concreción de acciones orientadas a garantizar la sostenibilidad del planeta. En el marco de esta preocupación se consolida el presente artículo de reflexión, cuyo propósito central es fundamentar cómo desde una educación científica con enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) y el abordaje de Cuestiones Sociocientíficas (CSC) en el aula de clase es posible avanzar hacia una mayor sensibilización y concienciación por el cuidado y sostenibilidad del ambiente, que permita alcanzar los objetivos y metas asociados a la Agenda 2030.

Como parte del ejercicio crítico y bajo la denominación “Educación CTSA en la construcción de un futuro sostenible”, el primer apartado de este artículo centra su reflexión en la necesidad imperiosa de una nueva comprensión del mundo en armonía con el planeta, de manera que se perciba y respete la complejidad de la naturaleza, se establezcan relaciones más armónicas para con ella y se garantice su sostenibilidad en el tiempo. Este propósito supone la necesidad de una educación científica crítica en la escuela bajo un enfoque CTSA, que centre su interés en la construcción social

del conocimiento y en la formación sociopolítica y ética de los estudiantes, de manera que posibilite no solo transmitir información científica, sino el fomento de habilidades para la toma de decisiones, posturas y acciones en el ámbito de las responsabilidades sociales.

En un segundo apartado denominado “Áreas de preocupación CTSA y su relación con algunos objetivos del Desarrollo Sostenible”, el proceso reflexivo se enfoca en establecer relaciones entre algunas de las áreas de preocupación que, según (Hodson, 2003) deben hacer parte del currículo escolar de formación en ciencias y los ODS, con el propósito de visionar posibles aportaciones a su cumplimiento desde una educación contextualizada a la realidad y a los intereses y desafíos de la actual sociedad. En este sentido, se le concede a la escuela y específicamente a la educación en ciencias la tarea de formar para una ciudadanía crítica, activa, informada y responsable.

Seguidamente, en el apartado “El abordaje de cuestiones sociocientíficas y su aporte al logro de los ODS”, el proceso reflexivo se encauza en señalar la importancia del tratamiento de CSC en el aula de clase como aporte en el avance hacia el cumplimiento de los objetivos y metas propuestos en la Agenda 2030, en tanto mediante la integración de temas ambientales y problemáticos al currículo se posibilita la formación para la reflexión, la participación y la acción. A su vez, se relacionan algunas CSC que pueden ser trabajadas en el aula a partir de varios de los ODS y sus respectivas metas.

Continuando con la reflexión, el apartado “Ir más allá del CTS en los estándares básicos de competencias en ciencias naturales: incorporación de los ODS”, precisa, una propuesta curricular en la que se aborda una CSC a tratar con los estudiantes de los grados cuarto y quinto del ciclo de básica primaria, con el propósito de ejemplificar la forma de avanzar hacia el enfoque CTSA mediante el abordaje de CSC de contexto, considerando las contribuciones fundamentales de este enfoque a la formación para la ciudadanía informada y responsable, y por ende al avance hacia el logro de algunos de los ODS.

Finalmente, y con la pretensión de pasar de la teoría a la acción, se presentan algunas estrategias didácticas y dialógicas desarrolladas en las clases de ciencias naturales en la educación básica primaria, las cuales centran su interés en abordar problemáticas de contexto desde la perspectiva CTSA.

El texto reflexivo es producto del desarrollo de la tesis doctoral Más allá del enfoque en Ciencia Tecnología y Sociedad en los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales para el ciclo de básica primaria en Colombia, la cual constituye una investigación de carácter documental, con enfoque cualitativo que se ubica en el paradigma hermenéutico interpretativo y que tiene como propósito principal realizar una fundamentación curricular al enfoque CTSA, que a partir de la comprensión de CSC, sirva como marco de referencia para los maestros que orientan la educación científica escolar en el ciclo de básica primaria en las instituciones educativas de nuestro país; proponiendo a nivel curricular nuevas Acciones de Pensamiento y de Producción Concretas (APPC) para los estándares, en aras de promover una formación ciudadana informada y responsable en los estudiantes del ciclo de básica primaria en Colombia.

EDUCACIÓN CTSA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN FUTURO SOSTENIBLE

El desarrollo sostenible se comprende como un proceso, resultado de relaciones sistémicas, en las que se dinamizan en un todo único las dimensiones natural, social y económica, basado en principios de equidad y justicia social para todas las especies del Planeta.

(Márquez Delgado et al., 2021, p. 303)

Desde hace décadas, y con una mayor intensidad en la actualidad, vivimos en una época caracterizada por un modelo económico, político, cultural y social que privilegia un modo de producción capitalista y un estilo de vida insostenible, en el que prevalece el desconocimiento del otro, de los límites para con la naturaleza y la degradación del ambiente. Incluso, desde hace más de 50 años fue publicado el libro llamado *Los Límites del Crecimiento*, un informe encargado al Massachusetts Institute of Technology (MIT) por el Club de Roma, publicado en 1972, poco antes de la primera crisis del petróleo. La autora principal del informe, en el que colaboraron 17 profesionales, fue Donella Meadows, biofísica y científica ambiental. La conclusión a la que llegaron, y que se enuncia en el informe, es que si el incremento de la población mundial, la industrialización, la contaminación, la producción de alimentos y la explotación de los recursos naturales continúa sin variación, se alcanzará los límites absolutos de crecimiento en la tierra durante los próximos cien años (Meadows *et al.*, 1972).

Con relación a la situación de emergencia humana y ambiental a la que asiste la humanidad (Rodríguez Hernández, Bautista-Cerro y Longueira Matos, 2018, p. 22) señalan que:

todo ello tiene su origen en la forma en la que nos concebimos y nos relacionamos con la naturaleza. De ahí, la importancia de la educación en el tiempo presente; la perfectibilidad humana se funda en la educación; sin una nueva educación que nos transforme hacia la sostenibilidad no podremos afrontar los daños ocasionados.

Es así, como la Agenda de las Naciones Unidas para el 2030, desde una perspectiva transformadora hacia la sostenibilidad económica y socioambiental, ha precisado diecisiete objetivos como marco de referencia para un desarrollo sostenible, inclusivo y en armonía con el medio ambiente. Según la ONU (2015), el desarrollo sostenible se define como “el desarrollo capaz de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”. En concordancia con (Leff, 2004, p. 222) esto solo será posible “si transitamos a una conciencia ambiental, lo cual implicaría “un proceso de racionalización que confiere legitimidad a los criterios de toma de decisiones y que orienta un conjunto de acciones hacia los fines del desarrollo sustentable”.

Es en este sentido, que se considera que para lograr la sostenibilidad ambiental se hace necesario trabajar en pro de un crecimiento económico sostenible y equitativo, la inclusión social, la erradicación de la pobreza en todas sus formas y la protección al medio ambiente, elementos esenciales para una óptima calidad de vida para las personas y las sociedades. A tal propósito se une la ONU con la definición de la Agenda 2030 y con los ODS como su esencia, en tanto constituyen “un llamamiento universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar las vidas y las perspectivas de las personas en todo el mundo” (ONU, 2015). Además de consolidar grandes metas e indicadores que sirven como guía para lograr la sostenibilidad del planeta, los ODS representan uno de los mayores consensos a nivel mundial, lo que legitima un gran interés por la búsqueda del bienestar común, la paz y la prosperidad de todos los habitantes.

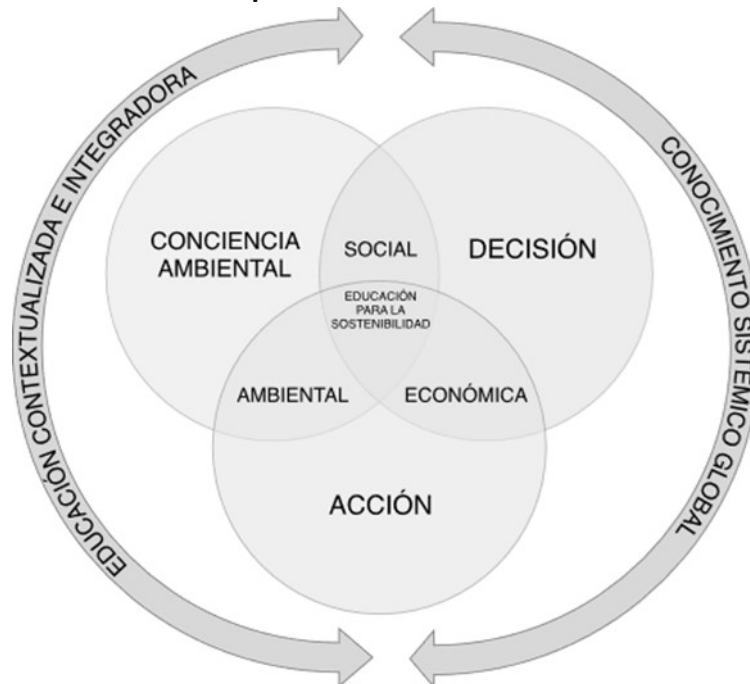
Tal y como se ilustra en la Figura 1. Hacia una educación para la sostenibilidad socio-económica y ambiental, en la actualidad el mundo exige de una educación contextualizada e integradora que se consolide a partir de un conocimiento sistémico-global y que se traduzca en una legítima conciencia ambiental, en donde los ciudadanos sean capaces de actuar con decisión y acción a favor del cuidado de sí, de la otredad y del mundo.

En atención a que los ODS son universales en su alcance y están diseñados para afrontar los desafíos globales de manera integral, promoviendo la colaboración y la acción conjunta a nivel nacional e internacional, es necesario valorar en qué medida las normas técnicas curriculares que orientan la acción educativa en Colombia incluyen y buscan la progresión en el alcance de las

pretensiones de la Agenda 2030. En este sentido, el objetivo principal del Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026, denominado El Camino Hacia la Calidad y la Equidad, es promover una educación de calidad, equitativa, pertinente e inclusiva que contribuya al desarrollo integral de los ciudadanos y al progreso social y económico del país. Este objetivo se desglosa en varias metas y acciones estratégicas encauzadas principalmente al cumplimiento del ODS # 4, considerando como desafíos fundamentales el acceso y la cobertura, la permanencia, la calidad, la pertinencia y la financiación. Aunque el documento no refiere de manera explícita metas que se acerquen al avance en los demás ODS, se precisa desde el (MEN, 2017, p. 18), de una educación que posibilite:

asumir los nuevos retos de la sociedad planetaria, el desarrollo de la ciencia y la tecnología, la productividad, la riqueza y diversidad de la naturaleza y de la cultura, el fortalecimiento de los vínculos de colaboración y mutuo aprendizaje entre las instituciones educativas y sus contextos.

Figura 1 – Hacia una educación para la sostenibilidad socio-económica y ambiental.



Fuente: elaboración propia (2023).

Otro de los desafíos planteados en el documento en mención, es la necesidad de definir lineamientos curriculares generales, pertinentes y flexibles, lo que exige una revisión de las normas técnicas curriculares actualmente vigentes. Es de anotar, que los EBCCN para Colombia fueron elaborados en el año 2004 y poco responden a las demandas ambientales y sociales que enfrenta el planeta, tales como, lo proyectado en la agenda 2030, los ODS, la crisis climática, entre otros aspectos. En este sentido, se hace necesario ajustar las normas técnicas curriculares a las demandas y los desafíos de la actual sociedad en materia ambiental, para contextualizar de esta manera los currículos y, en efecto, los planes de estudio y las prácticas de aula, de modo que se logre asegurar una educación ambiental relevante con una promoción de prácticas de conservación y sostenibilidad que logre fomentar la formación de personas capacitadas para contribuir con ideas y desarrollos tecnológicos que mitiguen y ofrezcan propuestas de solución a los problemas ambientales.

En particular en la educación básica primaria se pueden aprovechar los aportes del enfoque CTSA para abordar temas relacionados con los ODS, como la erradicación de la pobreza, la igualdad

de género, la educación de calidad, el consumo responsable y la acción climática, entre otros. Esto puede, promover el desarrollo del pensamiento crítico, la resolución de problemas y la toma de decisiones informadas y responsables.

Es importante que los estudiantes desde una edad temprana comprendan la importancia de los ODS, desarrollen habilidades y actitudes para contribuir a su cumplimiento. Esto implica fomentar la conciencia ambiental, la responsabilidad social y la participación activa en la construcción de un mundo más sostenible y equitativo. El enfoque CTSA en la educación básica primaria brinda herramientas y contextos para que los estudiantes puedan reflexionar, investigar y actuar de manera responsable en su entorno y en la sociedad en general.

RETOS Y PROPÓSITOS DE LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS NATURALES PARA LOS PRÓXIMOS 20 AÑOS

Con el objetivo de plantear hacia dónde se debería dirigir la enseñanza de las ciencias naturales en los próximos 20 años (Hodson, 2020) plantea un total de 4 categorías que se constituyen en objetivos de aprendizaje por parte de los estudiantes:

Aprender ciencias, para adquirir 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.

Aprender sobre ciencia y práctica científica, lo que permite 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.

Hacer ciencia, lo que implica por parte de los estudiantes, participar y desarrollar experiencia en el diseño y la realización de investigaciones científicas, resolución de problemas, modelado y construcción de teorías, comunicación de hallazgos y conclusiones a otros.

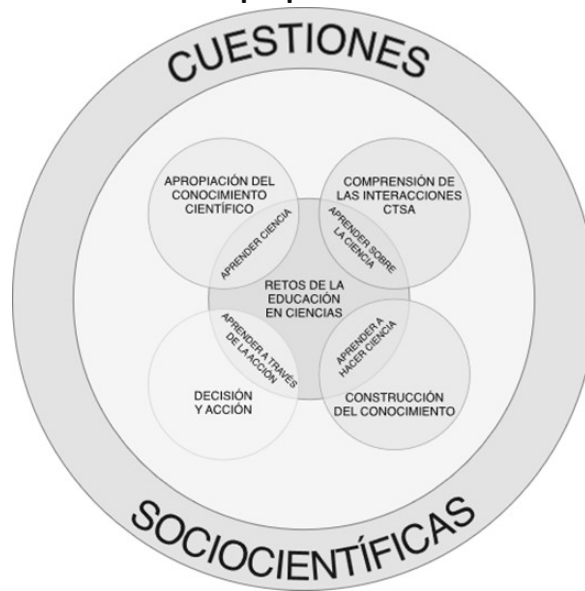
Finalmente, **Aprender sobre, a través y de la acción mediante el abordaje de Cuestiones Sociocientíficas**, que promueve desarrollar las habilidades críticas para confrontar lo científico con aspectos socio-económicos, ético-morales y ambientales, al igual que para encontrar formas socialmente responsables de responder.

Es así, como el responder a los anteriores retos y propósitos de la educación en ciencias naturales, exige una educación científica escolar informada, dialógica, crítica y responsable, de la que, a partir de un currículo situado en el abordaje de CSC, se deriven currículos pensados hacia y para la sostenibilidad ambiental; ver Figura 2. El abordaje de Cuestiones Sociocientíficas como ruta hacia el alcance de los propósitos de la educación científica.

Es importante aclarar que las categorías mencionadas anteriormente, se enmarcan en una serie de reflexiones CTSA que el mismo autor planteó varios años atrás, en (Hodson, 2003; 2004); allí se esbozan una serie de elementos que deben ser transversales a la enseñanza de las ciencias naturales y que implican ir más allá del CTS tradicional al hacer explícitas la reflexiones sobre la NOS. A continuación se resumen dichas reflexiones:

- Promover el reconocimiento por parte de los estudiantes, e incluso de sus familias, de cómo los desarrollos tecnocientíficos están vinculados con posibles riesgos para la salud humana y con cambios sociales que pueden contribuir a la degradación del ambiente; y a su vez, generar dilemas ético-morales.

Figura 2 – El abordaje de Cuestiones Sociocientíficas como ruta hacia el alcance de los propósitos de la educación científica.



Fuente: elaboración propia (2023).

- Incentivar que los estudiantes reconozcan que, en muchas ocasiones, las decisiones sobre ciencia y tecnología se toman para favorecer intereses particulares que priman sobre los intereses comunes, decisiones que pueden beneficiar el desarrollo económico de empresas e intereses políticos, y por medio de este reconocimiento, entender que el desarrollo tecnocientífico está íntimamente vinculado con la distribución de la riqueza y el poder.
- Permitir a los estudiantes explicitar sus puntos de vista, expresar sus posiciones y posturas críticas para la adopción de decisiones frente a las cuestiones planteadas en los dos primeros objetivos, lo que implica argumentar.
- Preparar a los estudiantes para la resolución de problemas mediante la “acción sociopolítica” informada y responsable, y, por tanto, que actúen a partir de sus conocimientos de la ciencia y sobre la ciencia para que no sean solo “fustigadores” o reprobadores sin argumentos.
- Promover en los estudiantes la comprensión de visiones más amplias de la ciencia, la tecnología y la sociedad, que incluyan cuestiones éticas y de valores, que incursionen en la NOS y su devenir histórico; esto es, que no la vean como un proceso acabado sino más bien, con las “penurias, esfuerzos y sinsabores” que han sufrido los científicos. No se puede pensar en “la ciencia” o “las ciencias” sin aludir a los seres humanos.

Los anteriores retos y propósitos son cruciales para poder abordar con los estudiantes una serie de situaciones socioambientales y en general las CSC, que, a nuestro juicio, pueden mejorar la calidad de la educación como lo propone el mismo ODS 4.

ÁREAS DE PREOCUPACIÓN CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y AMBIENTE Y SU RELACIÓN CON ALGUNOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

Un plan de estudios y una pedagogía holísticos que involucran las dimensiones cognitivas, socioemocional y de acción son esenciales para educar a un estudiantado informado, competente, esperanzado y comprometido.
(UNESCO, 2022, p. 28)

Es evidente que los grandes avances y desafíos tecnocientíficos reclaman una enseñanza de las ciencias contextualizada y comprometida con la formación ciudadana de toda la población. En concordancia con (Martínez Pérez, 2014, p. 89), se demanda por una formación que implique:

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. Esto en virtud de que dicho desarrollo comprende grandes polémicas en cuanto a asuntos de sensibilidad social, como la manipulación de la vida, la mercantilización del conocimiento científico y los efectos ambientales de la industrialización de la ciencia.

Es desde la anterior perspectiva, que la educación científica escolar legitima la necesidad de pensarse, no desde la acumulación y memorización de saberes descontextualizados de la cotidianidad, sino desde la comprensión del impacto de las acciones humanas y los desarrollos tecnocientíficos en las problemáticas ambientales a nivel global. En concordancia con (Hodson, 2020, p. 601) la educación científica escolar debe

ayudar a los estudiantes a mirar críticamente el tipo de ciencia y tecnología en la que participamos y los valores sociales, políticos, económicos y éticos-morales que impulsan el desarrollo, y preguntarse qué se puede y se debe cambiar para lograr una democracia socialmente más justa y asegurar estilos de vida más sostenibles ambientalmente.

Se debe posibilitar una educación en ciencias que viabilice la formación ciudadana a partir de la comprensión de dichas afectaciones ambientales y de una formación en valores que promueva una mayor conciencia social y sensibilidad hacia la conservación y sostenibilidad del planeta. En esta línea de formación (Membiela, 2002, p. 11) señala que

la finalidad principal de la educación CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad) es promover la alfabetización en ciencia y tecnología, para que los ciudadanos puedan participar en el proceso democrático de toma de decisiones y así promover la acción ciudadana en la resolución de problemas relacionados con la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad.

Hace ya más de 20 años (Hodson, 2003), señaló que era posible lograr el anterior propósito mediante la definición de un currículo escolar para la formación en ciencias, definido a partir de áreas de preocupación a nivel regional, nacional y global, tales como: 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, la extinción de plantas y animales. No obstante, es preciso establecer conexión entre algunos de los ODS y las áreas de preocupación de Hodson para, mediante una formación con enfoque CTSA, vincularlos a los currículos de educación en ciencias y aportar desde la escuela al logro de los mismos.

Es así como, a modo de ejemplo retomamos dos de las áreas de preocupación de Hodson que pueden abordarse en las clases de ciencias y por ende contribuir al logro de los ODS: la preocupación por el hambre en el mundo, los recursos alimentarios y la agricultura, y la escasez de energía y las energías alternativas.

La preocupación por el hambre en el mundo se presenta como el segundo de los diecisiete ODS bajo la denominación de la ONU como Hambre Cero y con el propósito acabar con el hambre, lograr la seguridad alimentaria, mejorar la nutrición y promover una agricultura sostenible. Frente al logro del anterior objetivo, desde la (ONU, 2015), se considera como necesario

llevar a cabo un cambio profundo en el sistema agroalimentario mundial si queremos alimentar a más de 820 millones de personas que padecen hambre y a los 2000 millones de personas más que vivirán en el mundo en 2050. El aumento de la productividad agrícola y la producción alimentaria sostenible son cruciales para ayudar a aliviar los riesgos del hambre.

Con relación a la escasez de energía y las energías alternativas el objetivo siete, denominado por la ONU como energía asequible y no contaminante, pretende garantizar el acceso de toda la población a una energía asequible, segura, sostenible y moderna. A propósito, señala que a pesar de que se avanza en la consecución de una energía más sostenible y hacia una mayor cobertura en la garantía del servicio, se hace necesario prestar atención especial a las mejoras en el acceso a combustibles de cocina limpios y seguros, al acceso a la tecnología para todos, a expandir el uso de la energía renovable y a extender la electrificación para quienes carecen de este servicio.

No obstante, la educación puede considerarse como factor determinante para el alcance de los ODS en su gran mayoría, siempre y cuando se posibilite una educación de calidad que provea oportunidades de aprendizaje para todos a lo largo de toda la vida y que no solo centre su interés en aumentar la cobertura, sino una verdadera educación que posibilite a los educandos formarse como ciudadanos más humanos, sensibles, tolerantes y comprometidos con el bienestar de sí, del otro y del mundo. De acuerdo con (Parga Lozano, 2022, p. 132),

el desafío para la educación científica es impactar en la formación ciudadana; es decir, que desde ella se enfoquen acciones para ayudar a superar problemas de la región como la pobreza, la calidad de vida digna y la injusticia, haciendo una educación científica con miembros activos.

Ahora bien, desde la formación científica escolar derivada del tratamiento en el aula de problemáticas sociales o áreas de preocupación, se hace posible contribuir en gran medida al alcance de algunas de las metas fijadas para dar cumplimiento a la Agenda 2030, mediante una educación con enfoque CTSA, que contribuya a la formación de ciudadanos críticos capaces de decidir y actuar de forma responsable en pro de una vida más saludable y sostenible. Al respecto, y en concordancia con (Mayoral *et al.*, 2020, p. 167),

se precisa una educación que haga comprender que la cooperación es la única vía para hacer posible la transición a la Sostenibilidad. Una educación que vaya más allá de las lecciones escolares y a la que se incorpore toda la sociedad, que ayude a conocer y poner en práctica las medidas que se requieren para hacer frente a los graves problemas interconectados a los que nos enfrentamos y facilite los cambios de comportamiento para avanzar en la transición a sociedades más justas y sostenibles.

Una aproximación gráfica a lo enunciado anteriormente puede observarse en la Figura 3. La educación científica escolar como vía para la transición hacia la sostenibilidad ambiental, en donde es posible avanzar hacia la consolidación de sociedades más humanas, justas y sostenibles, mediante una formación en ciencias informada, crítica, dialógica y responsable, cimentada en un currículo

contextualizado, comprometida con la formación ciudadana y en donde, desde la problematización de cuestiones sociocientíficas en el aula de clase se deriven procesos de decisión y acción tendientes al mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones.

Figura 3 – La educación científica escolar como vía para la transición hacia la sostenibilidad ambiental.



Fuente: elaboración propia (2023).

EL ABORDAJE DE CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS Y SU APOORTE AL LOGRO DE LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

“El uso de Controversias Sociocientíficas como base para la consideración individual y la interacción grupal proporciona un entorno donde los estudiantes pueden desarrollar y desarrollarán su pensamiento crítico y razonamiento moral”
(Simmons y Zeidler, 2003, p. 83).

Atendiendo a que los ODS han sido creados con el propósito de lograr a futuro la sostenibilidad para todos, que se encuentran interconectados y que obedecen a los retos globales a los que se enfrenta la humanidad cada día, el avance hacia su cumplimiento es tarea de todos los seres humanos que hacemos parte del planeta Tierra y no depende únicamente de las políticas, leyes o regulaciones implementadas por las entidades gubernamentales. Los ODS se constituyen en un llamado a la acción global y, en este sentido, la naturaleza requiere, más que discursos acciones, que se traduzcan en un mayor respeto, sensibilidad y protección hacia el mundo natural.

En función del alcance de los ODS, desde la escuela y específicamente desde la educación en ciencias, es posible educar para la sostenibilidad, mediante la vinculación del enfoque CTSA y el abordaje de CSC en la enseñanza de las ciencias. A este propósito (Reis, 2021, p. 27) señala que:

hay mucho por hacer en el sentido de formar y empoderar ciudadanos para una participación activa y fundamentada (en el conocimiento científico) en los procesos de toma de decisiones y acción (individual y colectiva) sobre los temas que afectan

a nuestras sociedades/ comunidades, con las consecuentes implicaciones para calidad de vida y justicia social.

Así mismo, Fernandes, Pires y Villamañán (2014) señalan que los currículos de ciencias deben posibilitar en los estudiantes la construcción de los conocimientos científicos fundamentales para su formación personal y social y en donde converjan temas actuales, de gran interés, con relación a su cotidianidad y saberes previos. Además, deben proponer discusiones alrededor de contenidos científicos de utilidad social; el abordaje de situaciones sociales en las que se gestan nuevos descubrimientos en ciencia y tecnología con sus afectaciones a nivel socioambiental; considerar las relaciones de correspondencia entre la ciencia y la tecnología; valorar cómo los avances tecnocientíficos a lo largo del tiempo transforman las condiciones de vida de la sociedad; priorizar contenidos en ciencia y tecnología que exijan la comprensión de relaciones CTSA y reconocer la ciencia como una construcción humana de carácter sociocultural, que no es ajena a presiones de carácter socio-político, religioso o económico.

Las anteriores consideraciones obedecen a un currículo pensado en función de una educación para la sostenibilidad ambiental desde una perspectiva CTSA, de manera que les permita a los estudiantes formarse como ciudadanos responsables, éticos, comprometidos con la comprensión de las incertidumbres y problemáticas que les afectan y capaces de derivar acciones encaminadas al mejoramiento de las condiciones de vida y a la conservación de la Tierra. En este sentido, de acuerdo con (Mora Penagos, 2020, p. 5),

la educación basada en CSS aprovecha la naturaleza ética, política y cultural de estas problemáticas, y la importancia de la participación en la toma de decisiones ciudadanas responsables, conectando las oportunidades de aprendizaje situado en contexto del entorno escolar y de la vida de los estudiantes.

En esta lógica, surge el abordaje de CSC en el aula como alternativa para la integración de temas ambientales al currículo y desde la que se viabiliza una educación para la ciudadanía informada y responsable. En concordancia con (Torres Merchán, 2011, p. 45) las CSC

son asuntos tecnocientíficos controvertidos, actuales y de interés social, que permiten la discusión de temas como el calentamiento global, la utilización de antibióticos para la producción animal, la clonación, la experimentación en animales, las fumigaciones aéreas, la utilización de teléfonos móviles, entre otros.

Desde la anterior perspectiva, el abordaje de controversias científicas en las clases de ciencias promueve una educación dialógica que posibilita a los estudiantes debatir hipótesis y supuestos de procesos investigativos y derivar procesos de reflexión, argumentación, decisión y acción a partir de los mismos y valora la ciencia como una actividad humana permeada por la política, la cultura y la sociedad.

Es así como el abordaje de CSC en el aula juega un papel muy importante en el avance hacia el cumplimiento de los objetivos y metas propuestos en la Agenda 2030, en tanto mediante la integración de temas ambientales al currículo, se permite la formación democrática de ciudadanos críticos, activos, capaces de participar en discusiones sobre temas de interés socio-político o ético-ambiental, de actuar de manera responsable en la toma de decisiones informadas y con capacidad para la acción a favor de una vida más saludable y sostenible. Tal y como lo señalan (Rojano Ramos y Jiménez López, 2017, p. 67) “la educación ambiental en la actualidad quiere estar fundamentada

en la acción, en la participación, en la intervención de los ciudadanos en la toma de decisiones sobre todo aquello que pueda afectar a nuestro medio ambiente”.

A continuación, en la Tabla 1 se relaciona un listado de CSC que pueden problematizarse en la educación científica escolar como aporte al cumplimiento de los objetivos y metas asociados a la Agenda 2030 y a que los estudiantes se “involucren en prácticas de elaboración de conocimiento, reflexión y razonamiento” (Torres y Solbes, 2018, p. 62).

En consecuencia, y de acuerdo con (Ocelli, García Romano y Valeiras, 2022) el tratamiento de cuestiones sociocientíficas en las clases de ciencias, enfrenta a los estudiantes a situaciones que les exigen buscar, comprender y evaluar fuentes informativas, analizar realidades, argumentar, sustentar sus puntos de vista, tomar decisiones informadas y derivar acciones de mejoramiento; lo que se traduce en el ejercicio de una ciudadanía crítica y democrática, sustentada en el reconocimiento de los derechos, propios, de los demás y de la naturaleza.

Es de anotar, que las CSC propuestas para las clases de ciencias naturales deben ser definidas atendiendo a los atributos característicos de las localidades, de manera que la formación científica escolar se ajuste directamente a sus necesidades, intereses y desafíos. Es así, como la educación en ciencias desde el enfoque CTSA, aunque debe responder a las normas técnicas curriculares vigentes, en el caso de Colombia a los EBCCN, no puede ser uniforme, ni estandarizada, ya que cada región presenta condiciones diversas que exigen la contextualización del currículo en el marco del desarrollo nacional y global, pero desde la localidad. En este sentido, se deben definir las CSC a partir de la lectura previa de contexto, la delimitación de los propósitos de aprendizaje, así como su progresividad en el alcance de los mismos, grado a grado. Incluso algunos de los conceptos o CSC que se plantean para el trabajo con estudiantes de básica primaria se pueden retomar en básica secundaria y en la media, ajustándolos al nivel de madurez intelectual de los estudiantes. Este enfoque holístico aseguraría una transición fluida y coherente entre los diferentes niveles educativos, maximizando el aprendizaje y la comprensión de los estudiantes. Al adaptar los conceptos y las competencias, se reconoce la importancia de construir sobre las bases establecidas en etapas anteriores, permitiendo una progresión natural en el desarrollo del conocimiento científico. Si bien, algunas CSC pueden abordarse a nivel país por sus generalidades, otras exigen ser pensadas a partir de las particularidades del contexto.

IR MÁS ALLÁ DEL CIENCIA-TECNOLOGÍA-SOCIEDAD EN LOS ESTÁNDARES BÁSICOS DE COMPETENCIAS EN CIENCIAS NATURALES: INCORPORACIÓN DE LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

Sobre la base de los anteriores referentes teóricos-conceptuales y con los propósitos de materializar el enfoque CTSA en la educación científica escolar desde los primeros años de escolaridad y de avanzar hacia el logro del ODS número 13 (Acción por el clima), se deriva la construcción de una propuesta curricular, que, a modo de ejemplo, permite vincular el abordaje de una CSC en las clases de ciencias naturales en el ciclo de básica primaria. Dicha propuesta ejemplifica el tratamiento de una controversia planteada desde los contenidos del currículo para el conjunto de grados de cuarto a quinto, sugiere algunas temáticas específicas, constructos curriculares y apuestas didácticas para su implementación, y presenta su proceso de valoración en términos de acciones de pensamiento y de producción concretas. A continuación, se relaciona la CSC seleccionada a abordar con sus respectivas temáticas, el ODS a partir del cual se definió la controversia a tratar con los estudiantes y algunos de los referentes conceptuales que la fundamentan.

Tabla 1 – Listado de Cuestiones Sociocientíficas que pueden trabajarse en la educación científica escolar a partir de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

ODS #	Nombre ODS	Objetivo	Cuestiones sociocientíficas asociadas
6	Agua limpia y saneamiento	Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos	- La explotación minera en los páramos y en cercanías de fuentes hídricas. - La privatización del agua por empresas multinacionales.
9	Industria, innovación e infraestructura	Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.	- Los efectos ambientales de la obsolescencia programada. - La fabricación de objetos tecnológicos, explotación de recursos naturales, el consumismo y la disposición final de residuos.
11	Ciudades y comunidades sostenibles	Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.	- Situaciones Asociadas con la “Construcción Sostenible”. - Destrucción de los ecosistemas para la extracción de materiales: arena, cemento, entre otros.
12	Producción y consumo responsables	Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.	- Situaciones asociadas con la sobreexplotación de recursos naturales: - Sobrepesca. - Producción de plásticos de un solo uso. - Usos del agua. - Sobre producción de alimentos y su desperdicio.
13	Acción por el clima	Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.	- La responsabilidad de determinados agentes sociales en la calidad del aire. - La implementación de energías limpias y la transición energética. - La huella ecológica del uso de la tecnología.
14	Vida submarina	Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.	- La contaminación Marina por diferentes medios. - La sobrepesca (especies en peligro de extinción). - Los micro plásticos. - La extracción y transporte de petróleo. - La liberación de sustancias tóxicas por parte de empresas.
15	Vida de ecosistemas terrestres	Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.	- El uso de sustancias tóxicas en la agricultura. - La sobreexplotación de recursos naturales, incluyendo los animales. - La agricultura en la Selva Amazónica. - Minería en los páramos. - La gestión de los residuos.

Fuente: elaboración propia (2023).
ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible.

OBJETIVO DE DESARROLLO SOSTENIBLE

A partir del abordaje en el aula de la CSC denominada “la actividad humana en la alteración del efecto invernadero, la lluvia ácida y el debilitamiento de la capa de ozono”, se pretende avanzar en el cumplimiento del ODS número trece “Acción por el clima”, el cual centra su interés en asegurar que se tomen medidas concretas y urgentes a nivel global para abordar el cambio climático y sus impactos, con el objetivo de proteger el planeta y garantizar un futuro sostenible para las generaciones presentes y futuras.

CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS A ABORDAR

Desde la posición de Hickman, Bybee y Patrick (1987), la selección de contenidos CTS para abordar en las clases de ciencias no es fácil y expone desafíos análogos a los que surgen con otro tipo de contenidos. Sin embargo, los autores proponen cinco criterios fundamentales que se deben tener en cuenta a la hora de seleccionar los contenidos CTS, los cuales se plantean como cuestionamientos: ¿es una temática directamente aplicable a la vida cotidiana de los estudiantes?, ¿se ajusta a la capacidad de pensamiento y a la madurez social de los estudiantes?, ¿es un tema actualmente relevante para los estudiantes y es probable que siga siéndolo para gran parte de ellos durante su vida?, ¿pueden los estudiantes utilizar los conocimientos aprendidos en contextos diferentes al de la escuela? y ¿es un tema que despierta motivación e interés en los estudiantes?

Atendiendo a las anteriores consideraciones y teniendo en cuenta las características de las CSC definidas desde la perspectiva CTSA, a nuestro juicio, es importante para la selección de contenidos, además de dar respuesta a las preguntas anteriores, incluir otros cuestionamientos, tales como ¿fomentan las temáticas a tratar la participación de los ciudadanos en la toma de decisiones informadas y responsables, y el compromiso con los asuntos que afectan a la sociedad?, ¿posibilitan los temas seleccionados la reflexión crítica sobre las implicaciones sociales, políticas, éticas y ambientales de las CSC a tratar?, ¿de las temáticas abordadas pueden derivarse algunas acciones a favor del avance en el logro de los ODS?

De acuerdo con los anteriores cuestionamientos, se plantea como CSC a tratar en la propuesta curricular para los grados cuarto a quinto, la actividad humana en la alteración del efecto invernadero, la lluvia ácida y el debilitamiento de la capa de ozono.

ESTÁNDARES BÁSICOS DE COMPETENCIAS EN CIENCIAS NATURALES

Aplican para la propuesta curricular los estándares generales planteados para Colombia en el documento del año 2004, pues desde sus generalidades pueden plantearse acciones de pensamiento y de producción concretas que viabilicen el cumplimiento de las finalidades de la propuesta. Desde el MEN se definen los estándares generales como “aquello que los niños, niñas y jóvenes deben saber y saber hacer al finalizar un conjunto de grados” (2004, p. 10). Los EBCCN se encuentran estructurados a partir de estándares generales, que determinan las competencias que deben adquirir los estudiantes al finalizar un conjunto de grados.

RETOS DE LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS. EJES BÁSICOS DE LOS ESTÁNDARES BÁSICOS DE COMPETENCIAS EN CIENCIAS NATURALES

La propuesta curricular se ha elaborado teniendo en cuenta los cuatro retos de la educación científica escolar propuestos por Hodson (2004; 2020), quien los plantea en términos de niveles de sofisticación: aprender ciencia, aprender a hacer ciencia, aprender sobre la ciencia y aprender sobre, a través y de la acción. De acuerdo con este autor, en el contexto de un currículo diseñado para enfrentar los desafíos de la sociedad actual, es viable tratar una variedad equilibrada de problemáticas a nivel local, regional, nacional y global a partir de los cuatro niveles en mención. De conformidad con lo anterior, los cuatro retos mencionados se homologan con los cuatro ejes básicos propuestos en los EBCCN.

En consecuencia, dar cumplimiento a los anteriores retos en la enseñanza de las ciencias exige de una educación científica escolar informada, dialogante, crítica, responsable, pensada a partir de la definición de un currículo situado en el tratamiento de cuestiones problemáticas en el aula de clase y a partir del cual emanen currículos orientados hacia el logro de los ODS. En atención a la anterior finalidad y como referente conceptual para la propuesta se han establecido APPC para cada uno de los retos de la educación científica escolar, las cuales obedecen a los propósitos de la educación en ciencias naturales bajo el enfoque CTSA.

ACCIONES DE PENSAMIENTO Y DE PRODUCCIÓN CONCRETAS

En la propuesta en mención los logros esperados se plantean en términos de APPC, tal como aparecen en el documento de los EBCCN. Dichas acciones pueden ser entendidas como aquellas actuaciones que permiten a los estudiantes ir logrando la apropiación de los conocimientos científicos necesarios para acercarse a la comprensión del mundo. De igual manera, posibilitan poner en evidencia lo aprendido y sirven como referente para que el maestro pueda observar el progreso en el aprendizaje de los estudiantes.

A continuación, se presenta una posible propuesta curricular para el trabajo en el área de ciencias naturales bajo un enfoque CTSA en el ciclo de básica primaria en Colombia, situada en la inclusión en el currículo del tratamiento de una CSC en contexto y definida a partir de las pretensiones del ODS #13.

Tal como se aprecia en la Tabla 2, las CSC se llevan a las clases de ciencias naturales en términos de controversias y su carácter interdisciplinar posibilita la integración de varias temáticas para su tratamiento. En ese sentido, se hace posible la comprensión y la apropiación de saberes científicos de gran relevancia e interés para los estudiantes, e incluso la transversalización con otras áreas del conocimiento.

Tabla 2 – Ejemplo de propuesta curricular para los grados cuarto y quinto.

Grados cuarto a quinto	
CSC a abordar	La actividad humana en la alteración del efecto invernadero, la lluvia ácida y el debilitamiento de la capa de ozono
Ejes temáticos	Sustancias simples y compuestas
	Átomos y moléculas
	Actividades antrópicas
	La deforestación
	El ciclo del agua
	Estados de la materia y sus transformaciones
	El efecto invernadero
	La lluvia ácida
	La capa de ozono
	El cambio climático
	La radiación del sol
EBCCN	Identifico estructuras de los seres vivos que les permiten desarrollarse en un entorno y que pueden utilizar como criterios de clasificación.
	Me ubico en el universo y en la Tierra e identifico características de la materia, fenómenos físicos y manifestaciones de la energía en el entorno.
	Identifico transformaciones en mi entorno a partir de la aplicación de algunos principios físicos, químicos y biológicos que permiten el desarrollo de tecnologías.

Continuar...

Tabla 2 – Continuación.

Grados cuarto a quinto		
Acciones de pensamiento y de producción concretas	Aprender a hacer ciencia	Observo mi entorno.
		Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas.
		Formulo interrogantes acerca de objetos, organismos y fenómenos de mi entorno y examino diversas posibilidades de respuestas.
		Realizo suposiciones para dar respuesta a mis interrogantes.
		Busco información en diferentes fuentes (libros, internet, experiencias personales y de otros) y atribuyo el crédito correspondiente.
		Selecciono la información pertinente para dar respuesta a mis interrogantes.
		Analizo, con la asistencia del docente, si la información obtenida es adecuada para responder a mis interrogantes.
		Presento posibles respuestas a mis preguntas y las contrasto con las opiniones de otras personas.
		Expongo de diversas maneras el proceso de indagación y los resultados obtenidos.
		Participo en actividades controversiales y asumo una postura.
		Planteo soluciones a problemáticas reales a partir de mi conocimiento científico.
	Aprender ciencia	Reconoce la importancia del ozono como una sustancia simple y su importancia en el planeta.
		Comprende que el efecto invernadero es un proceso en el que la radiación térmica emitida por la superficie planetaria es absorbida por los gases de efecto invernadero atmosféricos y que tiene un impacto en el incremento de la temperatura.
		Comprende que la lluvia ácida ocurre por la contaminación, cuando los óxidos de azufre y de nitrógeno intervienen en la química de la atmósfera y en su equilibrio, causando que el pH de la lluvia disminuya a menos de 5,6.
	Aprender sobre la ciencia	Identifico las acciones humanas que producen exceso de gases de efecto invernadero, generan acidez en la lluvia y afectan la capa de ozono.
		Reconozco que hay intereses políticos y económicos detrás de empresas que contaminan y generan un desequilibrio.
	Aprender sobre, a través y de la acción	Reconozco la importancia de disminuir la producción de gases de efecto invernadero, de acuerdo con su impacto ambiental.
		Planteo posibles soluciones a la problemática ambiental junto con mis compañeros.
		Me comprometo a generar menos gases de efecto invernadero en mi cotidianidad.

Fuente: elaboración propia (2023).

CSC: Cuestiones Sociocientíficas; EBCCN: Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales.

DE LA TEORÍA A LA ACCIÓN: RECOMENDACIONES PARA ABORDAR LAS TEMÁTICAS DEL CURRÍCULO BAJO UN ENFOQUE CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y AMBIENTE EN EL CICLO DE BÁSICA PRIMARIA EN COLOMBIA

Habitar un mundo cada vez más saturado de grandes avances tecnocientíficos hace imperante la necesidad de una alfabetización científica crítica para todos los ciudadanos, de manera que les posibilite adquirir conocimientos sólidos en ciencia para hacer frente a los desafíos que imponen una sociedad del riesgo y la incertidumbre, el excesivo cientificismo, la ciencia fragmentada y compartimentada, los problemas éticos emergentes y la competencia desmedida por recursos y reconocimiento. En este contexto, es imperativo establecer conexiones para responder de manera colaborativa a dichos desafíos, y para ello la formación en CTSA se viene convirtiendo en un factor decisivo, puesto que aborda la ciencia de una manera más holística, lo que allana el camino para enfrentar de forma efectiva desafíos emergentes.

Al respecto, se quiere proponer una serie de actividades para una adecuada formación en el área de ciencias naturales en el ciclo de básica primaria, desde la perspectiva CTSA, mediante el tratamiento de CSC en el aula. Las actividades en mención tienen un carácter discursivo que implica la elaboración social del conocimiento, pues en ellas se reconoce la ciencia como una actividad sociocultural producto de la interacción social y se valora la construcción del conocimiento científico como un proceso dinámico, dialógico y democrático que se configura a través de la comunicación, el intercambio de ideas, la multiplicidad de enfoques y la negociación de significados. Esta perspectiva se conoce como un enfoque integrador e interdisciplinar, en el que varias disciplinas y saberes, desde sus especificidades, aportan a la consecución de los objetivos. Es así como se hace necesario promover el aprendizaje de las ciencias como una actividad que es posible en comunidad y en la que es indispensable considerar las dimensiones cultural, ético-política y socioambiental relacionadas con la naturaleza de las ciencias.

En atención a lo expuesto, se relacionan a continuación algunas estrategias didáctico discursivas que se sugiere desarrollar en las clases de ciencias naturales del ciclo de educación básica primaria mediante el abordaje de cuestiones problemáticas y desde una perspectiva CTSA con sus respectivos propósitos (Tabla 3).

CONCLUSIONES

Ir más allá del enfoque CTS en la educación científica escolar en Colombia y avanzar hacia la definición de currículos contextualizados mediante la incorporación de reflexiones CTSA, materializadas en el abordaje de CSC concretas y contextualizadas en las clases de ciencias naturales, se concreta como una perspectiva de enseñanza pertinente y necesaria para hacer frente a los desafíos que en materia de sostenibilidad ambiental presenta la sociedad contemporánea; se requiere en este sentido una educación holística, interdisciplinaria y orientada hacia la acción, en la que desde una perspectiva glocal se empodere a los estudiantes con los saberes disciplinares, las habilidades y los valores necesarios para la aplicación de sus conocimientos en las actuales circunstancias que viven, la resolución de problemas y la comprensión de las relaciones entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente. Todo esto conlleva la necesidad de definir APPC para los EBCCN desde el enfoque CTSA, que permeen la formación de maestros, los currículos y, en particular, los planes de estudio y las prácticas pedagógicas de los maestros del área de ciencias naturales y educación ambiental, en aras de promover una formación ciudadana informada y responsable en el ciclo de básica primaria en Colombia.

Tabla 3 – Estrategias didáctico discursivas para desarrollar desde la perspectiva Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente y a partir del abordaje de Cuestiones Sociocientíficas.

Estrategia didáctica discursiva sugerida	Propósito
Juegos de rol: juicio, panel de expertos.	Desarrollar en los estudiantes, por medio del diálogo y la oralidad, la capacidad de identificar problemas, buscar información y plantear soluciones, argumentar relacionando explicaciones y pruebas, expresar posturas diversas identificando criterios válidos que respaldan cada posición, experimentar cambios de opinión, tomar decisiones responsables de forma fundamentada y poner de manifiesto valores y actitudes relacionados con el dilema planteado.
Casos simulados.	Favorecer el aprendizaje de la participación social mediante el estudio de una problemática que exige el análisis de diversos puntos de vista, intereses y valores, la elaboración de argumentos sustentados en conceptos tecnocientíficos y la toma de decisiones fruto de la negociación y el consenso.
Crítica de fuentes: análisis de lecturas, noticias e investigaciones científicas.	Desarrollar habilidades de investigación y pensamiento crítico que permitan a los estudiantes, a partir del análisis de diferentes fuentes de información, construir críticas fundamentadas, comprender conceptos científicos, reflexionar sobre temas específicos y generar nuevos conocimientos a partir de la información obtenida en las fuentes.
Producción intelectual de los estudiantes: escritura de cartas, artículos, dibujos y literatura infantil en ciencias. Vinculación con el Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) y la Gestión Integral del Riesgo Escolar (GIRE).	Potenciar en los estudiantes el desarrollo de capacidades para la comprensión, el análisis y la construcción de ideas, significados y textos de mayor poder explicativo y predictivo, que posibiliten explicar, argumentar o describir fenómenos y procesos científicos, así como comprender la utilidad de los conocimientos en la vida cotidiana.
Discusiones y debates.	Desarrollar en los estudiantes habilidades argumentativas y de pensamiento crítico que les permitan estructurar argumentos a través de la discusión y el contraste de ideas, reflexionar acerca de cómo los desarrollos en ciencia y tecnología inciden en la sociedad desde aspectos políticos, económicos, sociales, éticos y ambientales, así como asumir posturas y tomar decisiones informadas, responsables y sustentadas en el conocimiento científico.
Resolución de problemas.	Fortalecer en los estudiantes el desarrollo del pensamiento creativo de una manera consciente y deliberada, y la capacidad de crear argumentos, plantear hipótesis, interpretar, valorar y tomar posición frente a hechos, fenómenos o problemáticas de la vida cotidiana asociadas a las ciencias naturales.
Visitas guiadas a lugares de interés o salidas pedagógicas.	Generar actitudes positivas frente a la ciencia y su aprendizaje mediante la creación de ambientes innovadores en contextos no formales que permitan fortalecer el desarrollo del pensamiento crítico, la interacción social, el aprendizaje cooperativo, la conexión con el entorno, una sólida comprensión de los conceptos científicos y un ejercicio práctico que involucre diversas disciplinas.

Continuar...

Tabla 3 – Continuación.

Estrategia didáctica discursiva sugerida	Propósito
Creación de memes y de pósteres.	Utilizar la creación de memes y pósteres como herramienta para usar, contextualizar, crear y difundir conocimiento científico, fomentar el análisis de los contenidos de clase, reforzar teorías, valorar los aprendizajes, potenciar la capacidad de síntesis y análisis crítico, incentivar la inventiva, la creatividad y el ingenio, así como para mejorar la motivación con respecto al aprendizaje de la ciencia.
Pódcast.	Dinamizar el proceso de aprendizaje de la ciencia mediante la creación de pódcast que posibiliten ampliar, asimilar, reforzar, recrear y divulgar el conocimiento científico.
WebQuest.	Favorecer en los estudiantes el acceso a contenidos interesantes, de calidad y actualizados, la organización de la información en unidades significativas, el análisis de información y la elaboración de respuestas nuevas, mediante el desarrollo de estructuras guiadas para la investigación, la comunicación, la resolución de problemas y el aprendizaje colaborativo, significativo y autónomo.
Documentales y videoforos.	Incentivar en los estudiantes el interés por conocer, comprender, profundizar o debatir sobre cuestiones científicas, sociales, éticas, políticas y ambientales que afectan al mundo natural y a la sociedad en general, a partir de la visualización de videoclips, cortometrajes y documentales, y la discusión y el análisis que logren generarse sobre los mismos. Promover mediante el aprendizaje colaborativo la construcción de consensos y disensos a partir de la elaboración de argumentos respaldados tanto en la información del documental como en sus propias vivencias y experiencias.
Encuestas.	Desarrollar en los estudiantes habilidades investigativas para la formulación adecuada de preguntas y la recopilación de datos e información relevante que permita respaldar las hipótesis en conocimiento científico, comprender las percepciones de la opinión pública, aplicar conceptos estadísticos en el análisis de datos y la interpretación de resultados, y reflexionar sobre temas importantes y sobre las propias actitudes, comportamientos y creencias en relación con temas y cuestiones de la ciencia.
Divulgación de información: campañas institucionales, campañas publicitarias, periódico escolar, emisora institucional, murales, carteleros.	Posibilitar el acceso a información científica actualizada y relevante para todos, mediante la comunicación de avances, descubrimientos y conocimientos científicos que buscan despertar la curiosidad y la motivación por la ciencia, fortalecer el desarrollo del pensamiento crítico y potenciar la toma de decisiones fundamentadas y la formación de personas informadas, conscientes y comprometidas, capaces de impulsar acciones positivas hacia un futuro más sostenible.
Transformación de prácticas: disminución y separación de residuos sólidos, cuidado del agua, buen uso de materiales.	Promover una educación ambiental sostenible que permita fomentar la adquisición de conocimientos científicos sólidos, relevantes y actualizados, la toma de decisiones fundamentadas y responsables, y las actuaciones en pro de la sostenibilidad global.

Fuente: elaboración propia (2023).

En ese sentido, asegurar que la educación científica escolar sea relevante, integral y preparatoria para responder a los retos y las oportunidades que presenta el mundo actual y futuro se constituye en un llamado al Ministerio de Educación Nacional para la actualización de los EBCCN desde el enfoque CTSA, de manera que se estructuren currículos flexibles y adaptables para incorporar nuevos conocimientos y alternativas a medida que surjan. En este contexto y desde esta perspectiva de enseñanza, se deben diseñar currículos en ciencias naturales desde una visión interdisciplinaria, alrededor de situaciones reales y desafíos ambientales, adaptados al contexto local, pero incluyendo una perspectiva global, que posibilite comprender cómo las problemáticas particulares de las localidades están conectadas con cuestiones globales.

Avanzar desde la enseñanza de las ciencias hacia una sólida alfabetización científica crítica, hacia la formación sociopolítica y en la preparación de la ciudadanía con las habilidades y los conocimientos necesarios para comprender y afrontar los desafíos tecnocientíficos y de sostenibilidad ambiental del mundo moderno exige la presencia de maestros formados desde la perspectiva CTSA. Es así como dar cumplimiento a la anterior pretensión requiere de la formación de maestros en ciencias naturales con un dominio apropiado de los contenidos científicos, tecnológicos y socioambientales que van a enseñar, con una visión holística de la ciencia y la tecnología, y de la forma como estas interactúan con la sociedad y el medioambiente, con la habilidad para fomentar en los estudiantes el desarrollo del pensamiento crítico, con la capacidad de conectar el conocimiento científico y tecnológico con situaciones del mundo real, idóneos para ayudar a los estudiantes a reflexionar sobre las implicaciones éticas de sus decisiones y sus acciones, así como para capacitarlos en el ejercicio de una ciudadanía activa, responsable y consciente, dispuestos a actualizar sus conocimientos y métodos de enseñanza, y capaces de incorporar nuevos descubrimientos y tendencias en el proceso de enseñanza de las ciencias.

La educación científica escolar desde el enfoque CTSA, materializado en el tratamiento de controversias científicas y sociocientíficas en las clases de ciencias naturales, se presenta como una estrategia de gran significación para prosperar en el cumplimiento de los ODS y metas asociadas a la Agenda 2030, al igual que para implementar los proyectos ambientales escolares (PRAES) y en la Gestión Integral del Riego Escolar en las instituciones educativas, puesto que muchas de las problemáticas socioambientales que se pueden abordar en el aula como CSC o desde los Proyectos Ambientales Escolares están directamente relacionadas con dichos objetivos globales. En consecuencia, se hace imprescindible la vinculación de temas ambientales en los currículos de ciencias naturales, de manera que se avance en la sensibilización y la conciencia ambiental desde los primeros grados de escolaridad, en la promoción de valores y actitudes hacia el mundo natural, en la idea de que el desarrollo sostenible es una aspiración global y un esfuerzo colectivo, y en hacer ver que las decisiones y las acciones individuales tienen un impacto real en la transformación positiva del entorno y el mundo.

REFERENCIAS

FERNANDES, Isabel M.; PIRES, Delmina M.; VILLAMAÑÁN, Rosa M. Educación Científica con enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente. Construcción de un Instrumento de Análisis de las Directrices Curriculares. **Formación Universitaria**, Chile, v. 7, n. 5, p. 23-32, sept. 2014. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062014000500004>

HICKMAN, Faith; BYBEE, Rodger W.; PATRICK, John J. **Science: Technology/society: A framework for curriculum reform in secondary school science and social studies**. Boulder-Colorado: Social Science Education Consortium, 1987.

HODSON, Derek. Time for action: Science education for an alternative future. **International Journal of Science Education**, Ontario, v. 25, n. 6, p. 645-670, 2003. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/216458605_Time_for_action_Science_education_for_an_alternative_future_International_Journal_of_Science_Education_25_645-670. Acceso el: 11 ene. 2023.

HODSON, Derek. Going Beyond STS: Towards a curriculum for sociopolitical action. **The Science Education Review**, Toronto, v. 3, n. 1, p. 2-7, 2004.

HODSON, Derek. Going Beyond STS Education: Building a Curriculum for Sociopolitical Activism. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 22, p. 592-622, 2020. <https://doi.org/10.1007/s42330-020-00114-6>

LEFF, Enrique. **Racionalidad ambiental: la reapropiación social de la naturaleza**. Siglo XXI. México: Siglo XXI editores, 2004.

MÁRQUEZ DELGADO, Dora Lilia; HERNÁNDEZ SANTOYO, Alain; MÁRQUEZ DELGADO, Luis Humberto; CASAS VILARDELL, Mayra. La educación ambiental: evolución conceptual y metodológica hacia los objetivos del desarrollo sostenible. **Universidad y Sociedad**, Cienfuegos, v. 13, n. 2, p. 301-310, 2021. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000200301&lng=es&nrm=iso. Acceso el: 5 mayo. 2023.

MARTÍNES PÉREZ, Leonardo Fabio. Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. **Revista Electrónica de la Facultad de Ciencias y Tecnología Invest**, Bogotá, n. 36, p. 77-94, 2014. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-38142014000200006&lng=en&nrm=iso. Acceso el: 22 feb. 2023.

MAYORAL, Olga; PINA, Tatiana; ESTEVE, Anna R.; VILCHES, Amparo. Objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Escenario actual. In: MONTESINOS, A. **Objectius de desenvolupament sostenible en el territori valencià**. Valencia: Universidad de Valencia, 2020. p. 25-40.

MEADOWS, Donella H.; MEADOWS, Dennis; RANDERS, Jorgen; BEHRENS, William. **Los limites del crecimiento**. México: Fondo de Cultura Económica, 1972.

MEMBIELA, Pedro. **Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad**. Formación científica para la ciudadanía. Madrid: Narcea, 2002.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL (MEN). **Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales**. Formar en ciencias: ¡El desafío! Lo que necesitamos saber y saber hacer. Bogotá: Espantapájaros Taller, 2004.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL (MEN). **Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026**. El camino hacia la calidad y la equidad. Bogotá: AF&M Producción gráfica S.A.S, 2017.

MORA PENAGOS, William Manuel. Cuestiones socioambientales y justicia socio ambiental: diseño curricular y formación docente. **Latin American Journal of Science Education**, Bogotá, n. 6, p. 1-9, 2020. ISSN: 2007-9842

OCELLI, Maricel; GARCÍA ROMANO, Leticia; VALEIRAS, Nora. Aprendizaje colaborativo de cuestiones sociocientíficas en ambientes virtuales: estudio de una experiencia de formación docente. **RED. Revista de Educación a Distancia**, v. 22, n. 70, p. 1-23, 2022. <http://doi.org/10.6018/red.518511>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU). **La Agenda para el Desarrollo Sostenible**. Desarrollo Sostenible. 2015. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>. Acceso el: 27 mayo 2025.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA (UNESCO). **Aprender por el planeta**: revisión mundial de cómo los temas relacionados con el medio ambiente están integrados en la educación. París: UNESCO, 2022.

PARGA LOZANO, Diana Lineth. Del CTSA educativo a la ambientalización del contenido la formación ciudadana ambiental. **Revista CTS**, Portugal, v. 17, n. 51, p. 117-140, 2022.

REIS, Pedro. Desafios à Educação em Ciências em Tempos Conturbados. **Ciência & Educação**, v. 27, p. 1-9, 2021. <https://doi.org/10.1590/1516-731320210000>

RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, Juan Antonio; BAUTISTA-CERRO, María-José; LONGUEIRA MATOS, Silvana. La educación para el desarrollo sostenible: sin tiempo para educar en el futuro, educando para la emergencia del presente. In: BARROSO JEREZ, María Clara. **Educación en la sociedad del conocimiento y el desarrollo sostenible**. La Laguna: Universidad de La Laguna, 2018. p. 20-54.

ROJANO RAMOS, Santiago; JIMÉNEZ LÓPEZ, M^a Ángeles. Propuesta didáctica de espacios ambientales en las aulas de Educación Infantil. **Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation**, v. 3, n. 1, p. 66-74, 2017. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2017.v3i1.2039>

SIMMONS, Michael; ZEIDLER, Dana L. Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific issue. In: ZEIDLER, Dana L. (ed.). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. Florida: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 81-94.

TORRES, Nidia; SOLBES, Jordi. Pensamiento crítico desde cuestiones socio-científicas. In: CONRADO, Dália Melissa.; NUNES-NETO, Nei. **Questões sociocientíficas**: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas [online]. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 59-76. <https://doi.org/10.7476/9788523220174.0004>

TORRES MERCHÁN, Nidia Yaneth. Las cuestiones sociocientíficas: una alternativa de educación para la sostenibilidad. **Luna Azul**, Manizales, n. 32, p. 45-51, 2011. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742011000100005&lng=en&nrm=iso. Acceso el: 11 sept. 2022.

Cómo citar este artículo: BOTERO BOTERO, Maribel; ROMERO CHACÓN, Ángel Enrique. Objetivos y metas de desarrollo sostenible: Aportes desde las reflexiones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente a la educación científica escolar. **Revista Brasileira de Educação**, v. 30, e300099, 2025. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782025300099>

Conflictos de interés: Los autores declaran que no existe ningún interés comercial o asociativo que represente un conflicto de intereses en relación con el manuscrito.

Financiamiento: El estudio no recibió financiación.

Contribuciones de los autores: Conceptuación, Consultoría de Datos, Análisis Formal, Investigación, Metodología, Administración del Proyecto, Recursos, Software, Supervisión, Validación, Visualización, Escrita – Primera Redacción, Escrita – Revisión y Edición:

Declaración de disponibilidad de datos: Los datos de investigación no están disponibles.

SOBRE LOS AUTORES

MARIBEL BOTERO BOTERO es doctora en Educación por la Universidad San Buenaventura. (Colombia).

ÁNGEL ENRIQUE ROMERO CHACÓN es doctor en Epistemología e Historia de las Ciencias Universidad de Antioquia (Colombia). Professor de Física e Pesquisador em Educação de Ciências no Departamento De Enseñanza De Las Ciencias y las Artes da Facultad de Educación en la Universidade de Antioquia (Colombia).

Recibido el 6 de mayo de 2023

Revisado el 7 de mayo de 2024

Aprobado el 6 de agosto de 2024

Editor responsable: Salomão Antônio Mufarrej Hage  <http://orcid.org/0000-0001-7801-0696>

