

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN
RESEARCH REPORT

Abordaje de cuestiones sociocientíficas en Colombia: Una revisión sistemática 2010-2020

*Addressing socioscientific issues in Colombia:
A systematic review 2010-2020*

NIDIA YANETH TORRES MERCHÁN

Doctora en Didácticas Específicas; Ciencias Experimentales, Universidad de Valencia. Docente de planta Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4813-6428>.

CvLAC: https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000618101.

ELIANA YIZETH PEDREROS BENAVIDES

Licenciada en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Investigadora Grupo Waira; Ambiente, Comunidad y Desarrollo.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0288-2046>.

CvLAC: https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000082564.

DANIEL ALEJANDRO VALDERRAMA

Licenciado en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Investigador Grupo Waira; Ambiente, Comunidad y Desarrollo.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3360-3890>.

CvLAC: https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000081153



RESUMEN

Este texto identifica las investigaciones realizadas sobre cuestiones sociocientíficas (CSC) en el contexto colombiano. Para ello, se efectuó una revisión sistemática en el periodo 2010-2020. Se analizaron 135 productos académicos, de acuerdo con los criterios de inclusión considerados en la búsqueda documental de este artículo. Los productos se organizaron en cinco categorías: uso de las CSC para promover la argumentación, desarrollo del pensamiento crítico desde el uso de las CSC, CSC y formación de profesores, CSC e interdisciplinariedad, CSC y apropiación de conceptos científicos. Se encontró mayor cantidad de producción bibliográfica en la categoría de formación de profesores y menos en la categoría CSC y apropiación de conceptos científicos. Dicha revisión revela cómo las CSC son un campo de estudio que se ha venido fortaleciendo en el país con el propósito de promover una educación científica contextualizada. Entre los principales retos está la necesidad de fomentar las publicaciones en el contexto internacional, profundizar en procesos de fundamentación curricular desde el uso de CSC; aspecto que permitirá reconocer la apropiación conceptual y el trabajo interdisciplinar que se genera con su implementación.

Palabras clave: cuestiones sociocientíficas, didáctica de las ciencias, enseñanza de las ciencias.

ABSTRACT

This text identifies the research carried out on socioscientific issues CSC in the Colombian context. For this, a systematic review was carried out in the period 2010-2020. 135 academic products were analyzed, according to the inclusion criteria considered in the documentary search of this article. Products were organized into five categories: use of CSCs to promote argumentation; development of critical thinking from the use of the CSC; CSC and teacher training, CSC and interdisciplinarity; CSC and appropriation of scientific concepts. A greater amount of bibliographic production was found in the category of teacher training and in fewer products in the category CSC and appropriation of scientific concepts. This review reveals how the CSC are a field of study that has been strengthened in the country with the purpose of promoting a contextualized scientific education. Among the main challenges is the need to promote publications in the international context, deepen processes of curricular foundation from the CSC, to recognize the conceptual appropriation and the interdisciplinary work that is generated with its implementation.

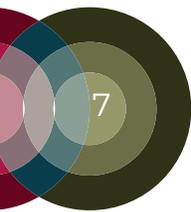
Keywords: socio-scientific issues, science didactics, science teaching.

Como citar este artículo:

Torres Merchán, N., Pedreros Benavides, E. y Valderrama, D. (2023). Abordaje de cuestiones sociocientíficas en Colombia: Una revisión sistemática 2010-2020. *Zona Proxima*, 39, 5-33.

Recibido: 11 de agosto de 2020

Aprobado: 28 de enero de 2022



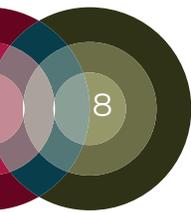
INTRODUCCIÓN

Las cuestiones sociocientíficas (CSC) se asumen como situaciones controversiales que permiten abordar asuntos y conceptos científicos en su relación con aspectos de orden económico, político, ambiental, social, ético, moral y religioso, por lo cual aportan a la interdisciplinariedad de las ciencias (Martínez, 2010; 2012; Torres y Solbes, 2016), permiten abordar problemas sociales con incidencia de temas científicos (Jiménez-Aleixandre, 2010; Solbes, 2013; Santos de Sousa y Tormöhlen 2017). Se constituyen en una alternativa para el abordaje de la Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) (Martínez, 2012). A su vez, Ratcliffe y Grace (2003) indican que su abordaje en el plan de estudios contribuye a profundizar conceptos como ciudadanía, alfabetización científica y desarrollo sostenible, etc., se ha demostrado cómo las CSC contribuyen a la enseñanza y aprendizaje en las ciencias (Martínez, 2010; 2012; Torres y Solbes, 2016; Hancock et al., 2019).

Las CSC han sido utilizadas para involucrar a los estudiantes en discusiones de temas científicos y aumentar el conocimiento de conceptos, de tal forma que se amplía la comprensión epistémica; aspecto que ha aumentado las habilidades en las prácticas científicas como la argumentación (Alves y Passos, 2010; Casallas y Martínez, 2018), el desarrollo del pensamiento crítico (Beltrán, 2010; Torres, 2014; Solbes, 2019) los procesos de razonamiento sobre la contextualización del contenido científico (Cano et al., 2015; Gil y Gutiérrez, 2015). Su uso permite abordar situaciones científicas con incidencia social; es decir, se ha constituido como una alternativa en la enseñanza de las ciencias en la que se destacan las problemáticas sociales como contexto para el aprendizaje, e implícitamente se consolida como una oportunidad de aprendizaje en función de experiencias contextuales.

Las CSC pueden abordarse desde la divulgación de medios de comunicación, donde se asumen problemas locales y globales con situaciones controvertidas, sin soluciones inmediatas; por lo cual favorecen los procesos de argumentación, permiten la confrontación de ideas y promueven la reflexión en los estudiantes sobre causas y consecuencias (Martínez, 2010; Robotom, 2012; Solbes y Torres 2013; Roza, 2020). Su abordaje contribuye al uso de conocimientos científicos, procesos dialógicos que contribuyen a la contextualización del conocimiento científico (Torres y Solbes, 2018).

En el contexto colombiano, las CSC se encuentran relacionadas con el enfoque CTSA, el cual ha tomado relevancia a partir de investigaciones realizadas por 13 grupos de investigación reconocidos por Colciencias actualmente Minciencias, dentro de los que se destaca el grupo Alternativas para la Enseñanza de las Ciencias (Alternaciencias). Por ejemplo, Martínez y Parga (2013) llevan



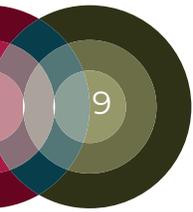
a cabo un análisis de las investigaciones en el campo CTSA e indican la necesidad del abordaje de CSC en el aula; como parte del propio campo de CTSA, sus objetivos se enfocan a la formación ciudadana, la comprensión de la naturaleza de la ciencia y tecnología (CyT), la alfabetización científica y el análisis de dilemas éticos y morales.

Así mismo, este grupo de investigación refleja aportes de las CSC a la formación ciudadana de estudiantes de distintos niveles del sistema educativo colombiano; igualmente, ponen de presente aportes para la formación inicial y continua del profesor frente a los avances en investigaciones y experiencias sobre su práctica. También se describen las contribuciones de las CSC al que hacer del profesor de Ciencias, como investigador de su práctica (Martínez y Pacheco de Carvalho, 2012, y Martínez, 2012).

Otros grupos de investigación de la ciudad de Bogotá registran trabajos sobre CSC, como el Grupo de Representaciones y Conceptos Científicos (IREC); Observatorio Pedagógico; Ambientes de Enseñanza Aprendizaje de las Ciencias Básicas y Sociales (AMECI), de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. En la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), grupos de investigación como Didáctica y sus Ciencias; Estudios Histórico-Críticos y Enseñanza de las Ciencias; Estudios Histórico-Críticos y Enseñanza de las Ciencias (EHC^EC) y el grupo denominado Biología Enseñanza y Realidades, han desarrollado cursos sobre evaluación de proyectos de aula en el tema, además de analizar la contribución de las CSC en procesos argumentativos. El grupo de Investigación en Ciencias Básicas de la Fundación Universitaria del Área Andina ha utilizado las CSC para la enseñanza de conceptos. También se evidencia que el grupo de Ciencias Básicas, Matemáticas y su didáctica y Cosmología para las ciencias de la Universidad Autónoma de Colombia han diseñado secuencias didácticas para desarrollar procesos de argumentación.

En otras regiones de Colombia se registran trabajos investigativos en CSC; por ejemplo, el grupo Investigación en Didáctica de las Ciencias de la Universidad del Tolima reporta trabajos a nivel de posgrado para fortalecer procesos de formación docente. El equipo de trabajo sobre Estudios Culturales sobre las Ciencias y su Enseñanza (ECCE) y Perspectivas de Investigación en Educación en Ciencias de la Universidad de Antioquia hacen uso de las CSC como alternativa en la formación sociopolítica y científica. Por su parte, grupos como Didáctica de las Ciencias de la Universidad del Tolima y Waira: Ambiente Comunidad y Desarrollo de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) registran producción bibliográfica sobre el diseño de secuencias didácticas para la enseñanza de conceptos científicos, argumentación y pensamiento crítico.

Lo anterior refleja que el uso de CSC ha sido un tema de interés para los investigadores en educación científica en el contexto colombiano, puesto que se vienen trabajando desde diferentes



realidades. Sin embargo, es necesario identificar las investigaciones efectuadas hasta el momento, con el propósito de encaminar investigaciones futuras, lo cual permite dar cuenta del estado actual del tema y su relación con otras categorías; es de aclarar que en este texto no se examinó el impacto o la varianza de las citas, o el factor de impacto de las revistas, en su defecto se da cuenta de manera descriptiva de las categorías asociadas al tema de interés, con el fin de evidenciar el tipo de publicaciones y las categorías emergentes alrededor de CSC. En este sentido, se propone describir el estado de dichas investigaciones en el contexto colombiano entre 2010 - 2020, respondiendo a la pregunta: *¿Cuál es el estado actual de la investigación en cuestiones socio-científicas en el contexto colombiano?*

METODOLOGÍA

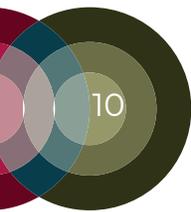
Con el propósito de tener una visión general acerca del abordaje de cuestiones sociocientíficas en el contexto educativo en Colombia se revisaron trabajos desarrollados en instituciones educativas del país o por autores colombianos, mediante la metodología de investigación propia de la revisión sistemática; esto es, denotar datos resultado de la producción científica en el tema de interés (Meca, 2010). Se realizó un análisis de alcance descriptivo de la información encontrada, definido por Hernández et al. (2014) como una forma de recopilar información para la descripción y muestra del tema objeto de estudio. Por lo tanto, se realizó una revisión en bases de datos como Google Scholar, ERIC, Dialnet y Redalyc con las palabras “cuestiones sociocientíficas”, “Cuestiones Socio-científicas”, “Socioscientific issues” y “cuestiones socio-científicas y enseñanza de las ciencias”, en el periodo comprendido entre 2010 - 2020. Se buscaron trabajos en idioma español, inglés y portugués. Adicionalmente, se exploró la base de datos de Minciencias para los grupos de investigación con el término “Enseñanza de las ciencias”, y se eligió la opción “Educación (incluye capacitación y pedagogía)” para poder rastrear los grupos que han desarrollado trabajos en el área, además de los eventos realizados en Colombia; el proceso de búsqueda de información se evidencia en la figura 1.

A partir de esta revisión se consideraron los siguientes criterios:

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Se incluyen en este estudio los productos académicos que cumplieron en su totalidad con los siguientes criterios de inclusión:

1. Productos académicos avalados por instituciones, organizaciones o revistas científicas de diferentes partes del mundo.



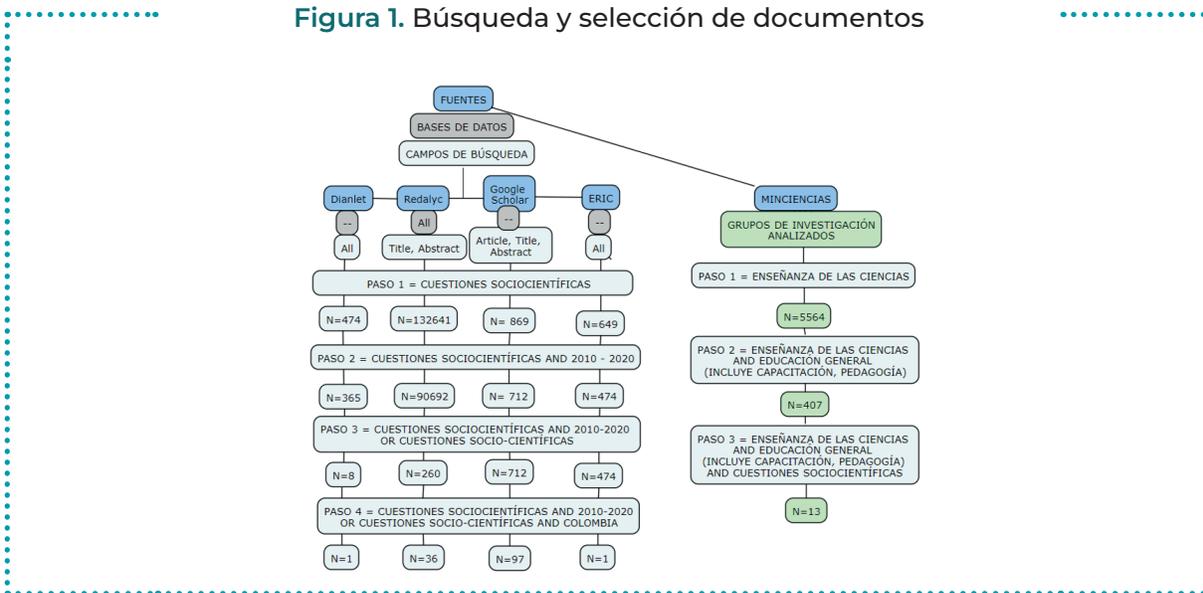
Nidia Yaneth Torres Merchán, Eliana Yizeth Pedreros
Benavides, Daniel Alejandro Valderrama

2. Productos escritos por autores de instituciones colombianas.
3. Los productos debían contener el término “cuestiones sociocientíficas” o sus derivados, en el título, palabras claves o en el resumen de este.
4. La producción bibliográfica debía haber sido publicada entre 2010 y 2020.

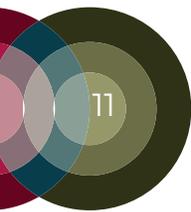
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Se excluyeron los productos que no cumplieran con cualquiera de los anteriores criterios o que cumpliendo dichos criterios no abordaran las CSC en el desarrollo de sus investigaciones; es decir, aquellos que vincularon la definición o las características de las CSC pero su dinámica de trabajo iba relacionada con otro tema distinto de la didáctica de las ciencias; de igual forma, cuando el mismo artículo se encontraba en más de una base de datos, se tomó en cuenta una única vez en el conteo y análisis.

Figura 1. Búsqueda y selección de documentos



Fuente: los autores.

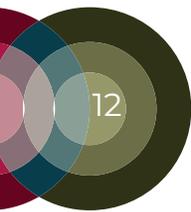


DEFINICIÓN DE CATEGORÍAS

Se organizó la información seleccionada en categorías que fueron emergiendo de temas comunes en la producción bibliográfica encontrada. Para ello, se procedió a establecer algunos indicadores como: año de la publicación, idioma, filiación institucional de los autores, revista, tipo de publicación, tema global, objetivo, metodología y principales conclusiones; a partir de estos datos se clasificaron los trabajos seleccionados, partiendo de los temas abordados en cada uno. Esta agrupación permitió establecer cinco categorías: argumentación, pensamiento crítico, formación de profesores, interdisciplinariedad y apropiación de conceptos científicos. En función de lo anterior se encontraron algunos puntos de convergencia en los diferentes trabajos hallados y seleccionados que permitieron establecer las categorías para presentar la descripción de dicha producción bibliográfica en este documento.

Tabla 1. Categorías emergentes producto de la revisión bibliográfica

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
Uso de las CSC para promover la argumentación	Se encontraron 32 trabajos que resaltan el potencial dialógico de las CSC para el fortalecimiento del proceso de argumentación en el aula; por lo que se incluyen en esta categoría las propuestas didácticas que planteen el escenario de toma de posturas, desarrollo discursivo y el uso de la ciencia como fundamento en la defensa de dichas posturas. Así mismo, se agruparon aquí aquellos artículos que reflejan de manera directa en su objetivo el desarrollo de la argumentación en ciencias.
Desarrollo del pensamiento crítico desde el uso de las CSC	Se encontraron 24 trabajos que plantean algunos avances en el desarrollo del pensamiento crítico a partir de las CSC; por lo cual en esta categoría se integran aquellas propuestas que promueven el cuestionamiento de la información en torno a diferentes posturas, decisiones y situaciones; esto es, aspectos de emancipación, participación ciudadana, así como la proposición que se hace desde las ciencias para el avance o esclarecimiento de esta.
CSC y formación de profesores	Se identificaron 46 trabajos nacionales que plantean a las CSC como instrumentos de reflexión y acción en torno a la labor docente, en cuanto posicionan al mismo en un contexto en función del cual debe estar su apuesta didáctica, además de contribuir a la formación de docentes como agentes políticos de cambio y alternativas de construcción social.

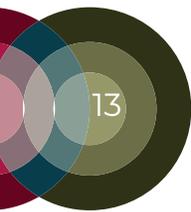


CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
CSC e interdisciplinariedad	Se reconocen 18 trabajos que colocan a las CSC como ejes de articulación interdisciplinar entre las diferentes áreas de conocimiento en cuanto a que las situaciones, fenómenos o decisiones que traen a colación las mismas necesitan dialogarse desde diversos puntos de vista, los cuales son desarrollados mediante las metodologías, los análisis y los postulados de las diferentes disciplinas
CSC y apropiación de conceptos científicos	Se evidencian además 15 propuestas que plantean que las CSC posibilitan la apropiación de conceptos científicos, pues entre sus propósitos requieren la argumentación y la fundamentación en la ciencia y el desarrollo científico para el análisis de situaciones, fenómenos y posturas.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

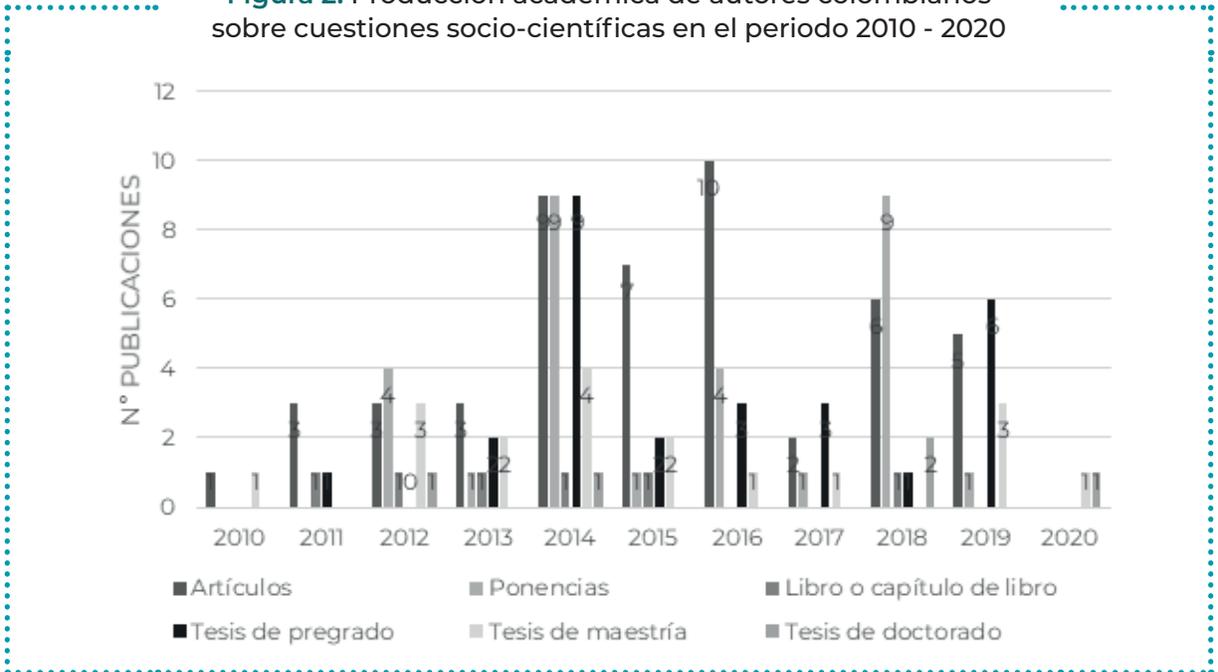
A partir de los criterios de inclusión y exclusión propuestos, se identificó que de las publicaciones sobre cuestiones sociocientíficas realizadas por autores colombianos, 97 se encuentran en Google académico, 36 en Redalyc y 2 se registran en Dialnet y ERIC, las cuales se distribuyen en artículos, ponencias (memorias de congresos) y documentos de tesis; se encontraron en su mayoría en repositorios institucionales, previa referenciación en los aplicativos GrupLAC de Minciencias de 13 grupos de investigación relacionados con la palabra clave “Enseñanza de las ciencias”, seguida del filtro “Educación (incluye capacitación y pedagogía)” (ver figura 1).

Es evidente que la producción académica investigativa sobre CSC en el país ha sido variable, pues se lograron identificar 135 trabajos a partir del seguimiento en las bases de datos y la producción de los grupos de investigación registrados en Minciencias; es de anotar que la mayoría de los documentos se encuentran indexados en más de una base de datos. Estos productos están distribuidos entre artículos publicados en revistas nacionales e internacionales (49), trabajos de pregrado (27) y trabajos de posgrado a nivel de maestría (18) y doctorado (5), ponencias (30), además de escritos en diferentes libros (6), como se presentan en la figura 2.



Nidia Yaneth Torres Merchán, Eliana Yizeth Pedreros Benavides, Daniel Alejandro Valderrama

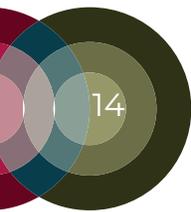
Figura 2. Producción académica de autores colombianos sobre cuestiones socio-científicas en el periodo 2010 - 2020



Fuente: los autores.

En la figura anterior se observa que la mayor parte de la producción de artículos se efectuó en 2014, 2016 y 2018; también se evidencia que dicha producción ha aumentado gradualmente y se mantiene un constante interés por parte de estudiantes de pregrado al direccionar estudios sobre el uso de las CSC como una alternativa de enseñanza en la formación de licenciados y su incidencia en prácticas de aula. Se encontraron 18 trabajos de maestría y 5 de doctorado, que reflejan incidencia en los procesos de formación de distintos niveles educativos. Las tesis de doctorado empiezan a ser visibles en los últimos cinco años. Los investigadores, a su vez, publican y participan en la producción bibliográfica, específicamente de capítulos de impacto internacional, reflejados en producciones como las de Parga y Martínez (2013), Martínez (2012), Dos Santos y Quadros (2011) y Torres y Solbes (2018).

Se encontró que los investigadores de este tema publican en revistas indexadas del ámbito nacional, con un total de 31 artículos distribuidos en 14 revistas; en el ámbito internacional se encontraron 17 publicaciones procedentes de 11 revistas correspondientes a 7 países (ver tabla 2). Esta diferencia entre publicaciones nacionales e internacionales permite plantear como reto

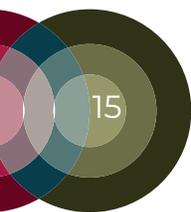


visibilizar las experiencias investigativas en el ámbito internacional, con el propósito de ubicar discusiones de otras comunidades investigativas.

Tabla 2. Publicación de artículos de autores colombianos sobre CSC en revistas nacionales

ORIGEN	REVISTAS	Años											Total
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Colombia	Tecné, Episteme y Didaxis: TED		1		1	3		2		2			9
	Luna Azul		1										1
	Bio-grafía				1						1		2
	Uni-pluri/versidad					3	1						4
	Zona próxima	1											1
	Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias				1	2							3
	Praxis & Saber						1	1					2
	Ciencia Escolar Enseñanza y Modelización						1						1
	Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía: RIIEP								1				1
	Educación y ciudad								1				1
	Revista científica						1				1		2
	PPDQ Boletín		1				1						2
	Revista Universidad Católica de Oriente						1						1
Revista Latinoamericana de Estudios Educativos								1				1	
Total		1	3		3	8	5	4	2	2	2	31	

Fuente: los autores.



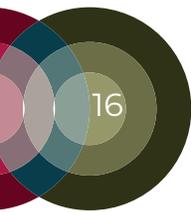
Nidia Yaneth Torres Merchán, Eliana Yizeth Pedreros
Benavides, Daniel Alejandro Valderrama

Tabla 3. Publicación de artículos de autores colombianos
sobre CSC en revistas internacionales

Origen	Revistas	Idioma	Años											Total	
			2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
Brasil	Educação e Pesquisa	Portugués			1										1
	Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista	Español										1			1
Argentina	Revista electrónica de investigación en educación en ciencias	Español							2						2
España	Enseñanza de las ciencias	Español					1		2	1					4
	Profesorado: Revista de Currículum y Formación del Profesorado	Español									1				1
	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	Español										1			1
	Didáctica de las ciencias experimentales y sociales	Español			1										1
Portugal	Indagatio Didáctica	Portugués y español							2				1		3
México	Latin American Journal of Science Education	Español						1							1
Turquía	Journal of Turkish Science Education	Inglés									1				1
Hong kong	Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching	Inglés									1				1
Total					2		1	1	6	1	4	2			17

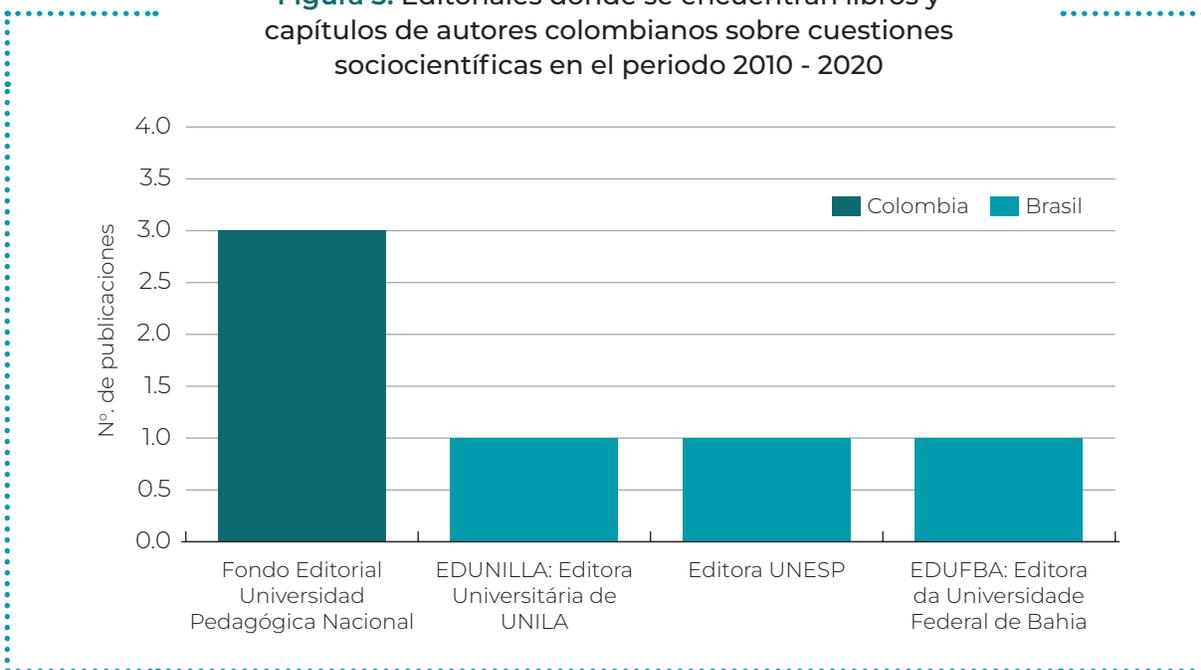
Fuente: los autores.

En relación con los libros y capítulos, se encontraron 6 que corresponden a publicaciones producidas por Colombia y Brasil, como se presenta en la siguiente figura.



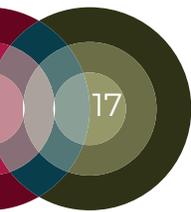
Nidia Yaneth Torres Merchán, Eliana Yizeth Pedreros Benavides, Daniel Alejandro Valderrama

Figura 3: Editoriales donde se encuentran libros y capítulos de autores colombianos sobre cuestiones sociocientíficas en el periodo 2010 - 2020



Fuente: los autores.

En cuanto a las ponencias, en la figura 4 se muestra un total de 30 publicaciones, las cuales fueron presentados en eventos como: Congreso de Investigación y Pedagogía III Nacional II Internacional, II, III y V Congreso Nacional de Investigación en la Enseñanza de la Biología; VI, VII y VIII Congreso Internacional de Formación de Profesores de Ciencias; X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias; VI Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología; tales eventos han sido realizados principalmente en Colombia y presentan en mayor medida los aportes que brinda el abordaje de las CSC en el aula para la enseñanza de las ciencias.



Nidia Yaneth Torres Merchán, Eliana Yizeth Pedreros
Benavides, Daniel Alejandro Valderrama

Figura 4: Ponencias de autores colombianos
en el período 2010 - 2020

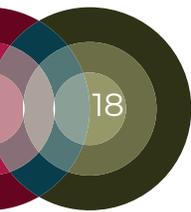


Fuente: los autores.

Las ponencias en su mayoría implican problemáticas actuales y controversiales para la contextualización de la ciencia, como el uso de agroquímicos (Botero et al., 2015), cambio climático (Roza y Martínez, 2018), radiación ionizante (Rodríguez y Guevara, 2019), impacto de secuencias didácticas que incluyen CSC (Castro y Carrión, 2014), interdisciplinariedad (Arias y Dallagnol, 2016; Molano, 2014). Se describe el uso de actividades como debates, juego de roles, análisis de noticias, entre otras (Casallas y Martínez, 2018 y Rodríguez y Martínez, 2017), con el propósito de aportar a la comprensión de conceptos en estudiantes de diferentes niveles educativos y promover habilidades de argumentación (Rodríguez y Suárez, 2018; Duarte et al., 2014) y pensamiento crítico (Quiroga y Verano, 2014 y Torres, 2014). También se manifestó la inclinación de investigaciones en formación de profesores mediante la conformación de grupos de investigación en la escuela (Roza y Martínez, 2016; 2018; Arias, 2014).

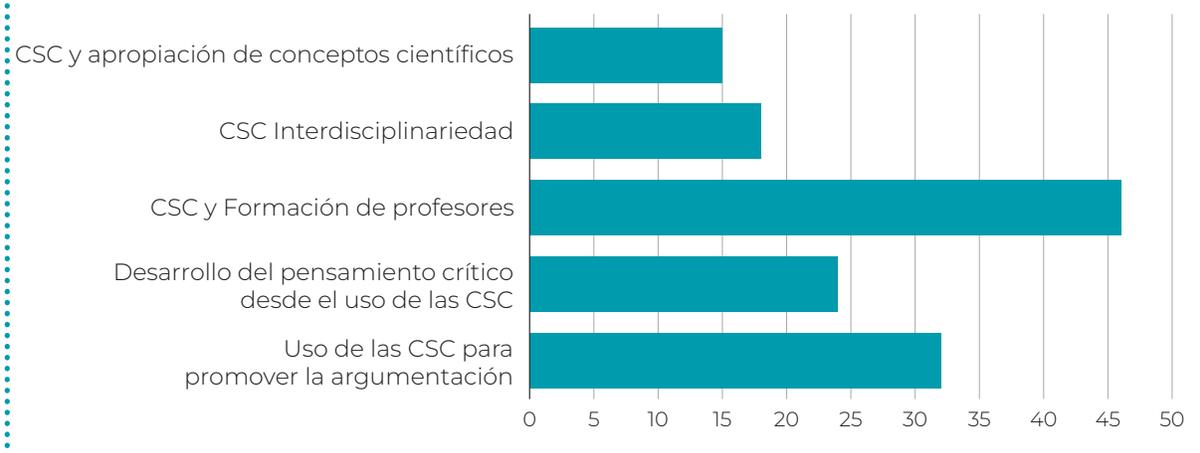
Análisis por categorías

Los diferentes productos académicos se agruparon en las categorías explicadas anteriormente, y que se pueden ver en la figura 5. Con base en esto se puede apreciar que la tendencia investigativa está dada hacia las CSC y formación de profesores en ciencias, evidenciando así 46 productos, seguida de 32 productos encaminados al fortalecimiento de la argumentación desde dichas cues-



tiones abordadas en el aula y 24 productos orientados a la vinculación de las CSC para el desarrollo del pensamiento crítico; en menor cantidad se encuentran propuestas y trabajos desarrollados sobre el uso de las CSC y su incidencia en la interdisciplinariedad (18) y 15 acerca de la apropiación de conceptos científicos. Cabe destacar que se hicieron evidentes aquellos trabajos orientados a la reflexión pedagógica desde apropiaciones curriculares.

Figura 5: Relación entre la cantidad de productos académicos y las categorías de análisis de esta investigación

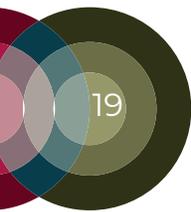


Fuente: los autores.

Uso de las CSC para promover la argumentación

Una de las posturas en la producción académica sobre las CSC en Colombia es el planteamiento de las mismas para fortalecer procesos dialógicos argumentativos en el aula; se considera que el uso de las CSC promueve los argumentos sustentados y sustantivos para el momento de asumir posturas, tomar decisiones y resolver problemáticas (Torres y Cristancho, 2018 y Tobón et al., 2015); este último muestra ciertos retos para el abordaje de las CSC, dentro de los cuales se resalta el de los estándares de educación en Colombia (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2004) para acercarse a los principios epistemológicos del conocimiento científico.

La mayor parte de estas investigaciones propende por la creación de estrategias didácticas y por la sistematización de experiencias de aula que incluyen discusiones sobre las hormonas de crecimiento (Casallas y Martínez, 2018), uso de sustancias psicoactivas (Tobón et al., 2015, y Rodríguez y Suárez, 2018), eutanasia y fumigación aérea en Colombia (Quiceno y Vélez, 2011 y



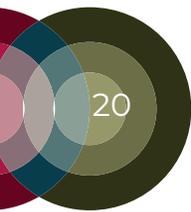
Torres, 2014), seguridad alimentaria (Quiroga y Pérez, 2019). Se encuentran también algunas disertaciones de postgrado que involucran las CSC desde situaciones como la minería y asuntos ambientales (Arango, 2012), lo vivo y el maltrato animal (Mesa y Seña, 2013), la gestión, apropiación y manejo de recursos naturales (Bonilla, 2014, y Beltrán, 2013), la automedicación y el manejo de fármacos (Pelayo y Martínez, 2016), todas con la intención de fortalecer procesos de construcción conceptual alrededor de las ciencias físicas, químicas, biológicas y ambientales.

En estas investigaciones se plantea que las CSC constituyen un recurso para fortalecer la argumentación y los procesos dialógicos de análisis e interpretación de situaciones, al igual que las problemáticas de contextos cercanos a los escenarios educativos; estas investigaciones describen algunas dificultades en relación con el manejo conceptual del fenómeno.

Otro aspecto importante que muestran estos artículos es una mayor participación e interacción en los procesos académicos de la escuela, porque se involucran aspectos contextualizados. Esta misma perspectiva coincide con otros aportes en países latinoamericanos como Argentina (Ocelli et al., 2018) y Brasil (Alves y Passos, 2010 y De Paula y Trivelato, 2010), que coinciden con planteamientos metodológicos que se sustentan a partir de la argumentación (Toulmin, 2003), e incluyen diseños y usos de instrumentos que contextualizan los conceptos científicos (Purwati et al., 2019 y Türköz y Öztürk, 2019).

Desarrollo del pensamiento crítico desde el uso de las CSC

En esta categoría se evidenció el uso de las CSC para fortalecer el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes; por ejemplo, Torres y Solbes (2014) diseñaron un programa de intervención desde el abordaje de CSC y proponen una definición de pensamiento crítico en el contexto de las CSC que requiere comprender aspectos como la naturaleza de la ciencia, el cuestionamiento de la información, el análisis de las CSC desde la multidimensionalidad, la dimensión ética y la toma de decisiones fundamentadas. Las investigaciones en esta línea, además, se enfocan en el desarrollo de opiniones fundamentadas por parte del estudiante para ser partícipe de la sociedad mediante la toma de decisiones (García y Martínez, 2014; Molano, 2014; Quiroga y Verano, 2014 y Solbes y Torres, 2012), fortaleciendo la interpretación, el análisis, la argumentación, las posturas éticas, entre otras (Castillo y Martínez, 2016). En algunas de estas investigaciones se destaca la argumentación como parte del proceso de fortalecimiento para el desarrollo y la formación del pensamiento crítico (Pelayo y Martínez, 2016; Torres y Solbes, 2016 y Ruiz et al., 2014).



Con la inclusión de las CSC en el aula para la enseñanza de las ciencias se busca que el estudiante desarrolle el pensamiento crítico desde diferentes escenarios (Rodríguez y Martínez, 2017; Díaz et al., 2014 y Torres y Martínez, 2011). En el mismo sentido, investigaciones de Salazar et al. (2015) indican que las CSC no solo aportan al desarrollo de habilidades del pensamiento crítico, sino que proporcionan información para analizar el razonamiento moral y ético. También Beltrán (2010) se refiere a la toma de decisiones como un aspecto con implicaciones morales y éticas, que debido a la falta de conocimiento puede conllevar a argumentos poco sólidos.

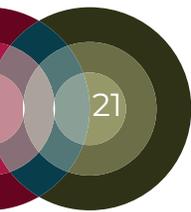
CSC y formación de profesores

En esta categoría se encuentran propuestas y resultados de investigación relacionadas con la aplicación o uso de las CSC en la formación de los profesores (Rozo y Martínez, 2016); frente a esto, la revisión muestra que es una de las perspectivas que mejor desarrollo ha tenido, convirtiéndose en la categoría sobre la que más se escribe en CSC; por su parte, Correa (2017), Castro y Carrión (2014) y Martínez y Parga (2013) plantean la inclusión curricular de las CSC en los escenarios de formación docente y en otros niveles de formación escolar; idea que puede ser soportada en los planteamientos de autores nacionales como Mora (2013) y Arias (2014) e internacionales como Robottom (2012), quienes sugieren que las CSC pueden orientar la organización de proyectos en un currículo, dado que proporcionan un contexto al estudio de las ciencias.

A partir de lo anterior, las investigaciones plantean la formación docente en función de los retos que exige la sociedad actual; necesidad a la que le aporta Martínez (2010; 2012), quien demuestra que los docentes que aplican las CSC reflexionan sobre su autonomía profesional y cuestionan la ideología tecnicista del currículo tradicional. En este mismo sentido, Martínez (2014) y Torres (2011; 2016) indican que es necesario generar procesos de enseñanza de las ciencias desde ambientes contextuales y reales que permita a los estudiantes asumir posturas críticas como posibilidad de propiciar una visión responsable acerca de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente.

Lo anterior se enriquece con estructuras de formulación de estrategias didácticas desde las CSC; de acuerdo con Martínez (2014), se consolidan en espacios de discusión entre la escuela y la universidad; además, sitúa a los futuros docentes en escenarios activos de investigación en el aula, que derivan en la lectura de los contextos escolares, la identificación de las necesidades de sus estudiantes y a partir de ellas la cualificación del quehacer docente (Rodríguez y Martínez, 2017).

Parga y Martínez (2013) aportan como puntos de referencia discursivos alrededor de las CSC en docentes en formación de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) y docentes en ejercicio;



se efectúan reflexiones sobre el discurso ético, el impacto de la ciencia, el discurso ambiental, aspectos sociopolíticos. Estos temas también son de interés de (Arango, 2012; Díaz-Moreno y Jiménez-Liso, 2014; Reis, 2014; Watanabe, 2016), quienes han considerado que las CSC posicionan al docente y al estudiante como seres sociales y políticos capaces de tomar decisiones críticas fortaleciendo así la democracia en la sociedad.

CSC e Interdisciplinariedad

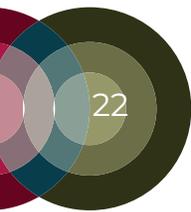
Las CSC son consideradas con un carácter interdisciplinario y multidisciplinar, al abarcar problemáticas con un enfoque científico y humanístico; logrando así una mejor comprensión de estas al incorporar los contextos social, ético, cultural y ambiental (Quiceno y Vélez, 2011; Casallas y Martínez, 2013; Martínez y Parga, 2013; Revel, 2013), los cuales incluyen un enfoque pedagógico, didáctico e investigativo (Rodríguez y Martínez, 2016). Por otra parte, se abordan las CSC desde diversos campos que vinculan áreas de la ciencia como la biología, la química, la física y la genética, contribuyendo así a la interdisciplinariedad y el trabajo en equipo (Mancipe, 2011).

Arias y Dallagnol (2016) plantean que las CSC acercan al estudiante a la ciencia desde el desarrollo de problemáticas controversiales que involucran diversas disciplinas, y que puedan ser abordadas por diferentes profesores desde sus áreas; de esta manera, se espera integrar currículos escolares en ciencias basados en problemas.

Por lo anterior, Salazar et al. (2015) señalan la necesidad de incorporar el enfoque CTSA a los currículos de las ciencias, evidenciado su aporte al estudio de las ciencias y su articulación con la tecnología y las dinámicas sociales. Así mismo, Torres et al. (2019) abordan la influencia de dicho enfoque para alcanzar una educación contextualizada e interdisciplinar, con el propósito de reflexionar perspectivas que evidencien trabajo colaborativo.

Según Pinzón et al. (2018), las CSC deben adecuarse a la cotidianidad de los estudiantes para que el conocimiento científico sea relevante, dado que implican variedad de áreas del conocimiento como la biotecnología, la transgénesis y las energías alternativas; esto permite fortalecer la interdisciplinariedad del conocimiento; en esta misma postura coinciden Pelayo y Martínez (2016) y Torres (2014). Al respecto, Sierra y Marín (2016) señalan la influencia de abordar las CSC a partir de la integración de otras áreas del conocimiento para favorecer la interdisciplinariedad.

No obstante, las CSC no solo se orientan a la adquisición de conocimiento, sino también al desarrollo de capacidades, debido a la integración de diferentes disciplinas para su abordaje (Torres, 2011). También se encontraron documentos que hacen referencia al abordaje interdisciplinar



desde las CSC, desde la formación docente y se efectúan reflexiones sobre su papel fundamental en cuanto a la transformación de la sociedad (Martínez, 2010; Torres y Solbes, 2016; Rodríguez y Guevara, 2019; Rozo et al., 2019; Mazo, 2020).

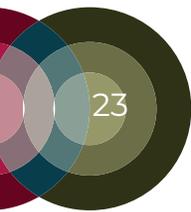
Se identificó además que las CSC no solo enriquecen espacios de formación de profesionales en educación, sino que permean la responsabilidad social y el pensamiento ético, político y profesional de áreas como las de la salud; ejemplo de ello se relaciona con estudios como el de Torres y Martínez (2011), quienes vinculan las CSC en la formación de profesionales fisioterapeutas, logrando vincular el desarrollo conceptual en lo disciplinar de los profesionales.

CSC y apropiación de conceptos científicos

Con respecto a la apropiación de conocimientos científicos a través de la inclusión de las CSC en el aula, se evidencian resultados positivos dado que su abordaje se encuentra relacionado con problemas que el estudiante suele evidenciar (Cano et al., 2015), como la contaminación ambiental (Gil y Gutiérrez, 2015), la contaminación en ríos (Molano, 2014), el uso del agua (Beltrán, 2012) y el “fracking” en Colombia (Arango et al., 2018). Así mismo, se constituye como una necesidad apoyar la alfabetización científica para contribuir a la participación de los ciudadanos en la sociedad y en la resolución de problemáticas, teniendo en cuenta la comprensión conceptual y la fundamentación teórica, que permiten en el estudiante integrar argumentos (Carvajal y Martínez, 2014; Gil y Gutiérrez, 2015).

Por otra parte, se resalta la importancia del enfoque CTS para la apropiación y construcción de conocimientos científicos (Castro y Carrión, 2014). Frente a esto, García y Martínez (2014) describen la puesta en práctica de conocimientos científicos al momento de abordar las CSC en la enseñanza de las ciencias, pues entre las características de las CSC se encuentra la comprensión conceptual y procedimental, ya sea de conceptos relacionados con la química, la física, la biología, la ecología y otras áreas de estudio (Martínez, 2014).

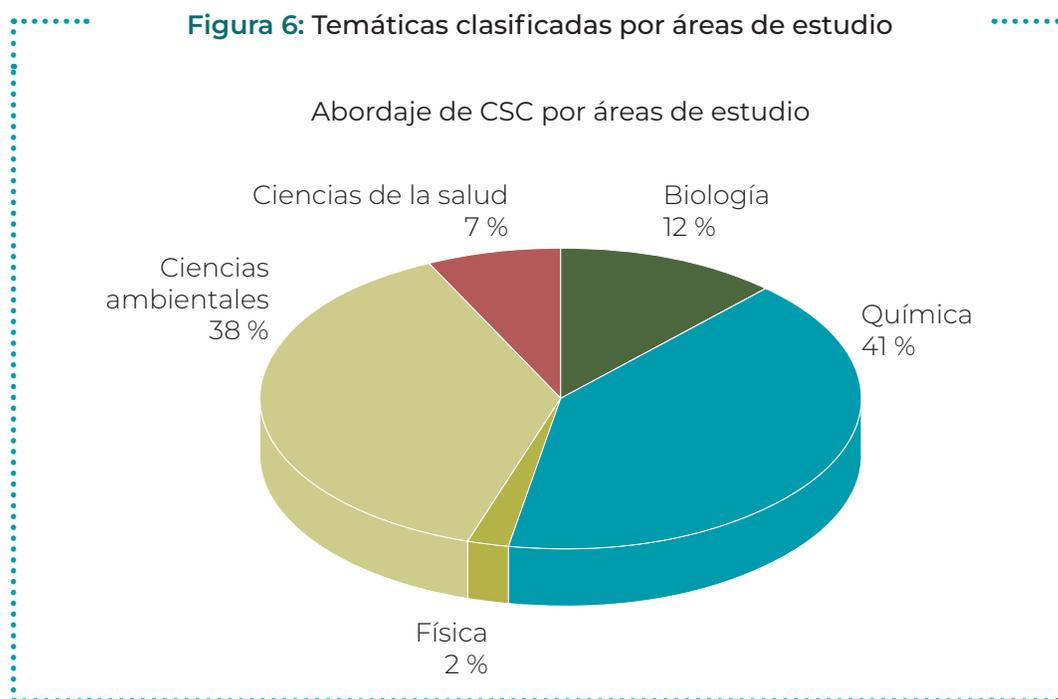
El estudio de Pulgarín y García (2016) revela la influencia de las CSC en el aprendizaje conceptual; por tanto, sostienen la importancia de incluirlas en el currículo de ciencias con el objetivo de favorecer la formación del estudiante; en este caso, en la enseñanza de la química a partir de problemáticas relacionadas con agroquímicos (Liza y Rodríguez, 2018), compuestos bencénicos y la comprensión de contenidos asociados a la bioquímica como la acidosis (Martínez y Parga, 2013), los implantes estéticos (Carvajal y Martínez, 2014), en física a partir del estudio de la radiación ionizante (Rodríguez y Guevara, 2019); además de otras áreas, como se ilustra en la figura 5, que comprenden una diversidad de temas controversiales que propician el debate en los



Nidia Yaneth Torres Merchán, Eliana Yizeth Pedreros Benavides, Daniel Alejandro Valderrama

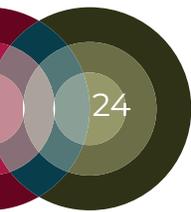
estudiantes generando una educación dialógica. Entre estos casos se destaca el uso del glifosato, el consumo de cafeína, la privatización de hidroeléctricas (Torres, 2014), la clonación (Martínez y Pacheco de Carvalho, 2012), la drogadicción (Rodríguez y Martínez, 2018), la legalización de la dosis personal (Salazar et al., 2014), las armas nucleares y la transgénesis (Martínez, 2014), entre otras.

Figura 6: Temáticas clasificadas por áreas de estudio



Fuente: los autores.

Como se evidencia en la figura anterior, el abordaje de CSC ha sido direccionado hacia temas de química y ciencias ambientales, y en menor medida involucra temas de física y ciencias de la salud, esto último se constituye como perspectivas de investigación que permita abordar las CSC de manera interdisciplinaria para promover el aprendizaje de conceptos desde una perspectiva contextual y controvertida.



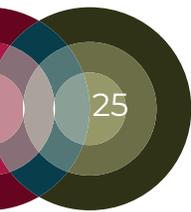
DISCUSIÓN

Según los documentos analizados, se encontró que la categoría *formación de profesores* presentó mayor producción bibliográfica; su propósito se encamina a la necesidad de asumir las CSC en los currículos de formación de profesores en ciencias, así como la visualización del docente de ciencias como mediador de procesos de reflexión, conceptualización y toma de posturas frente a los aspectos sociopolíticos de sus comunidades.

Se evidenció que existe un gran número de ponencias sobre CSC; sin embargo, en su mayoría estas se presentan como propuestas iniciales, lo cual hace necesario visualizar los resultados posteriores al diseño y aplicación de la intervención didáctica de manera que se haga evidente las experiencias de aula, los conceptos, habilidades, oportunidades y dificultades obtenidas a partir de las CSC. Respecto a los artículos seleccionados, en su mayoría coinciden en actividades que promueven la argumentación e involucran aspectos ambientales, científicos y éticos; proporcionan criterios de decisión y permiten que el estudiante adquiera una posición crítica frente a cualquier problemática que involucre relaciones CTSA.

Una vez analizadas las investigaciones se precisa reconocer la integración de las CSC a los micro currículos, y sería pertinente propiciar espacios de diseño donde se estructuren como alternativas de diseño curricular a nivel macro, considerando que los artículos revisados dan claridad sobre el uso de las CSC para encontrar formas de involucrar y motivar a los estudiantes de diversas disciplinas, además de ser recursos didácticos para promover la participación de estudiantes en debates de política pública.

El impacto de las CSC en la interdisciplinariedad hace necesario analizar los niveles de comprensión textual que pueden alcanzarse con su abordaje; por ejemplo, examinar cómo las CSC les permiten acceder a los estudiantes a múltiples fuentes de información. A partir de ello, analizar de qué manera los estudiantes utilizan dichas fuentes, cuál es el tipo de credibilidad que les dan, o cómo cambian los conceptos y concepciones iniciales al hacer uso de CSC. Este tipo de investigaciones, son un aspecto que está tomando particular interés en investigaciones como las de Braten et al. (2016) y List y Alexander (2017), para entender cómo representan esa información en sus discursos. Esta misma perspectiva da lugar a otro tipo de investigaciones que permiten entender cómo los estudiantes analizan información contradictoria; de qué manera elaboran argumentos para valorar puntos de vista conflictivos y qué tipo de representación tiene antes y después de su abordaje. También sería conveniente analizar en los programas de formación docente cuál es el alcance de los conocimientos interdisciplinares que alcanzan estos maestros.

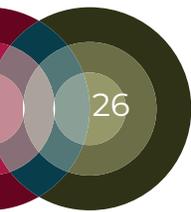


Se evidenció como fortaleza que los programas de intervención realizados con las CSC en el contexto colombiano demuestran continuidad y profundidad; esto fue notado en el tiempo empleado; en el menor de los casos se utiliza un semestre académico y se constituye en más de una actividad, aspecto que da cuenta y garantiza un proceso completo para cambiar las prácticas de enseñanza.

De la misma manera, se evidencian investigaciones en la que los maestros forman equipos para el diseño curricular, seleccionan las CSC y presentan una estructura curricular del tema que pueden orientar. Al respecto sería conveniente investigar sobre el proceso de colaboración y sus efectos; se puede analizar cómo los maestros eligen la CSC, qué intereses priman, cuáles son las categorías implementadas, bajo qué criterios se hace esa elección, etc.

Con relación al pensamiento crítico, autores como Salica (2018), Torres y Solbes (2018) dan claridad de que las CSC son promotoras de su desarrollo con el propósito de contribuir a la enseñanza de las ciencias naturales. En este sentido, Solbes (2013) indica que las CSC pueden, por su naturaleza científica de impacto social, abordar una serie de problemáticas que permiten considerar lo crítica de la ciencia. Aquí es bueno diferenciar cómo se ha asumido el pensamiento crítico en términos de habilidades o competencias. En la perspectiva de habilidades se puede reconocer el pensamiento crítico de corte psicologista (en muchos de los casos aplicados desde pruebas), pero se sugiere la perspectiva de analizar las contribuciones que pueden hacer la filosofía crítica, la pedagogía crítica, la psicología y la didáctica de las ciencias (Torres, 2014; Torres y Solbes, 2018). Es claro que el desarrollo del pensamiento crítico no es un proceso que se logra de manera inmediata, sino que requiere continuidad y apoyo de otras disciplinas por ser un pensamiento de orden superior; por lo tanto, las CSC son una de las posibilidades para lograrlo (Torres y Solbes, 2018). Es importante determinar bajo qué concepto de pensamiento crítico se está asumiendo el abordaje de las CSC y cómo están implícitos aspectos como la argumentación, el cuestionamiento, la toma de decisiones y en qué lugar quedan aspectos como la interdisciplinariedad, el razonamiento moral y ético y la formación de sujetos políticos.

Así mismo, es evidente la necesidad de trabajar el abordaje trans- e interdisciplinar. Como lo señalan Roza (2020) y Sierra y Marín (2016), la enseñanza de las ciencias mediante el abordaje de las CSC favorece el conocimiento científico, potenciando en los estudiantes la apropiación de contenidos científicos, como una estrategia alternativa para transformar la educación tradicional; sin embargo, los estudios coinciden en abordar el contenido científico a través de su contextualización con los estudiantes, y a partir de esto desarrollar actividades que fomenten las capacidades de argumentación, el pensamiento crítico y la toma de decisiones en los estudiantes, ya que muchas de las investigaciones se abordan a través del diseño e implementación de secuencias didácticas.



Al respecto Sadler et al. (2016) y Wolff y Mnguni (2015) indican que el abordaje de las CSC se ha centrado en estudiar sus alcances en la enseñanza de las ciencias en el aula; además, se señala la necesidad de establecer el papel de las cuestiones en la enseñanza, puesto que se requiere conocer si constituyen un recurso didáctico y pedagógico, objeto de aprendizaje en clase o elemento estructurante del currículo (Santos de Sousa y Tormohlen, 2017). Con respecto a lo anterior, la revisión presenta, en primera instancia, la relevancia de las CSC en el currículo y cómo se han ido incrementando las investigaciones en este campo, además de dar a conocer los principales contenidos que se abordan. En este sentido, las categorías analizadas dejan claridad sobre cómo las CSC son útiles para la comprensión de lo sociocultural en las ciencias.

CONCLUSIONES

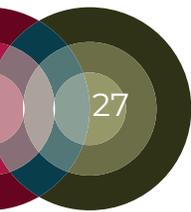
Las CSC como enfoque para la formación en ciencias naturales en Colombia, han ido tomando relevancia con el tiempo y se reconocen como principales categorías el uso de las CSC para promover la argumentación; desarrollo del pensamiento crítico; formación de profesores; interdisciplinariedad; apropiación de conceptos científicos, investigaciones desarrolladas en diferentes niveles de formación que promueven la apropiación de conceptos de las ciencias naturales, específicamente en ciencias como química, biología y su relación con temas de la salud y el ambiente.

A partir de los insumos analizados se aprecia el ejercicio de la formación científica desde temas de actualidad que permiten reconocer las implicaciones de la ciencia en la sociedad; a su vez, es evidente cómo la inclusión de las CSC en el aula permite la apropiación conceptual, demostrando resultados positivos en términos de aprendizaje.

Se evidenció que los autores colombianos tienen tendencia a publicar en revistas, repositorios y bases de datos nacionales, por lo que se plantea como reto la visualización de los avances investigativos sobre CSC en más escenarios de índole internacional, dado que es necesario contrastar las posturas y experiencias sobre el tema desde un panorama global, multicultural y de internacionalización.

Se establecen como necesidades investigativas:

- Analizar los efectos de las CSC sobre la motivación u disposiciones, razonamiento emocional, procesos cognitivos en estudiantes y docentes y sus implicaciones en el aprendizaje.
- Examinar la vinculación de herramientas virtuales para abordar las CSC, con el propósito de analizar la incidencia de los entornos de aprendizaje digital.



Nidia Yaneth Torres Merchán, Eliana Yizeth Pedreros
Benavides, Daniel Alejandro Valderrama

- Profundizar en procesos de instrucción basada en las CSC, para analizar el aprendizaje de los conocimientos científicos.
- Evidenciar articulación de temas socio científicos con educación rural
- Pensar en diseños curriculares macros con varias unidades de instrucción para evidenciar sus contribuciones en diferentes tipos de razonamiento.
- Examinar aportes de las CSC en trabajo comunitario y colaborativo u en entornos informales.

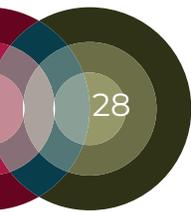
También se constituye en un reto el uso de las CSC en prácticas científicas y su articulación con otros enfoques de enseñanza, como aprendizajes situados, aprendizaje basado en proyectos, etc., así como el abordaje de las CSC desde otros campos de formación profesional.

Limitaciones

Este texto no valoró el impacto de las publicaciones analizadas, ni muestra análisis estadísticos frente a las mismas, ya que el propósito era mostrar el estado actual de las CSC en el país, a partir del análisis descriptivo de las publicaciones en el área, generando ideas sobre el estado actual y las posibles prospectivas de investigación que se puedan generar a partir de lo encontrado.

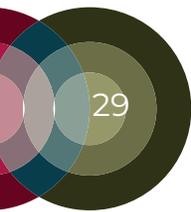
REFERENCIAS

- Alves, J. y Passos, L. (2010). Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio científicas com alunos do ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), 505-529.
- Arango, J. (2012). *Hacia una formación científica en y para la civilidad: la argumentación en el contexto de discusiones sobre la explotación minera del oro como asunto sociocientífico*. (Tesis de maestría). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Arango, J., Lemus, J. y Mazo, C. (agosto de 2018). Discusiones sobre la viabilidad del Fracking en Colombia: una Cuestión Sociocientífica para promover una formación científica civilista. *IV Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia.
- Arias, I. (Octubre de 2014). Articulación de las Cuestiones Sociocientíficas al Currículo de Ciencias: Aportes y Limitaciones para la Formación de Profesores en la Interfaz Universidad-Escuela. *VI Congreso Internacional de Formación de Profesores de Ciencias*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.



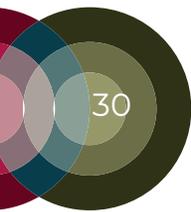
Nidia Yaneth Torres Merchán, Eliana Yizeth Pedreros
Benavides, Daniel Alejandro Valderrama

- Arias, I. y Dallagnol, M. (Octubre de 2016). Abordaje de cuestiones sociocientíficas: una alternativa para trabajar la interdisciplinariedad y vivenciar interacciones CTSA. VII Congreso Internacional de Formación de Profesores de Ciencias. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Beltrán, J. (2010). Una cuestión socio-científica motivante para trabajar pensamiento crítico. *Zona próxima*, 12, 144-157.
- Beltrán, J. (2013). *Argumentación en clases de Química, a partir de una cuestión sociocientífica local (CSCL)*. (Tesis de maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Beltrán, J. (Diciembre de 2012). Vallados uso industrial y agrícola: diseño curricular a partir de cuestiones sociocientíficas. *Memorias del Primer Foro de Experiencias Didácticas sobre Cuestiones Socio-científicas*. Colombia.
- Bonilla, M. (2014). *Desarrollo de capacidades científicas y la argumentación a través del análisis de un caso socio científico: el caso del Coltán aplicado a los estudiantes de séptimo grado*. (Tesis de maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Botero, M., Jurado, D., y Arango, J. (Octubre de 2015). Cuestiones sociocientíficas en la clase de ciencias: el uso de webquest para promover la construcción social de conocimiento. *III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología*. Bogotá, Colombia.
- Braten, I., Strømsø, H. I. y Andreassen, R. (2016). Sourcing in professional education: Do text factors make any difference? *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 29, 1599-1628.
- Cano, D., Echeverri, E. y Graldo, P. (2015). *¿Consumir o no alimentos modificados genéticamente? Una controversia sociocientífica para contribuir a la formación sociopolítica en la clase de ciencias*. (Tesis de Pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Carvajal, I. y Martínez, L. (2014). Enculturación científica a partir de la argumentación: una cuestión sociocientífica (CSC) sobre implantes estéticos. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 9 (1), 97-103.
- Casallas, E. y Martínez, L. (2013). La seguridad alimentaria: una cuestión controvertida en la escuela. En *Bio-grafía*, 6 (10), 59-67.
- Casallas, E. y Martínez, L. (Octubre de 2018). Una estrategia didáctica para favorecer la argumentación en la clase de ciencias a partir del abordaje de una cuestión sociocientífica. *VIII Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias para la Construcción de Sociedades Sostenibles*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Castillo, J. y Martínez, L. (Octubre de 2016). Caracterización de capacidades de pensamiento crítico en futuros profesores de química. *VII Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Castro, P. y Carrión, D. (Octubre de 2014). Propuesta de un Diseño Curricular desde las Cuestiones Sociocientíficas. *VI Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.



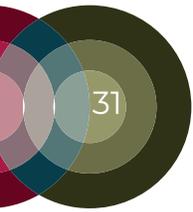
Nidia Yaneth Torres Merchán, Eliana Yizeth Pedreros
Benavides, Daniel Alejandro Valderrama

- Conrado, D. y Nunes-Neto, N. (2018). *Questões sociocientíficas: Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. Salvador, Brasil: Edufba.
- Correa, D. (2017). *Armas Químicas: Una cuestión sociocientífica para favorecer el conocimiento profesional del profesor de química en formación inicial*. (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- De Paula, R. y Trivelato, S. (Octubre de 2010). *Argumentação em uma aula de Biologia. II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Brasil.
- Díaz, E., Ruiz, M. y Suarez, J. (2014). *Aguas residuales del río Salitre, como una cuestión sociocientífica para el fortalecimiento del pensamiento crítico en docentes en formación inicial*. (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Díaz-Moreno, N. y Jiménez-Liso, R. (Enero de 2014). Las controversias sociocientíficas como contexto en la enseñanza de las ciencias. *XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Huelva, España.
- Dos Santos, C. y Quadros, A. (2011). *Utopia em busca de possibilidade: abordagens interdisciplinares no ensino das Ciências da Natureza*. UNILA.
- Duarte, G., Cubillos, D. y Zapata, P. (Octubre de 2014). Desarrollo de la habilidad argumentativa a través de cuestiones socio científicas (CSC). *VI Congreso Internacional de Formación de Profesores de Ciencias*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- García, N. y Martínez, L. (2014). Incidencia del abordaje de una cuestión sociocientífica en la alfabetización científica y tecnológica de jóvenes y adultos. *Praxis y Saber*, 6 (11), 87-114.
- Gil, P. y Gutiérrez, L. (2015). Contaminación ambiental generada por mal uso de los refrigerios escolares en el colegio Enrique Olaya Herrera: Una cuestión socio-científica. En *Latin American Journal of Science Education*, 2 (2). 1-13.
- Hancock, T.S., Friedrichsen, P.J., Kinslow, A.T. y Sadler, T.D. (2019). Selecting Socio-scientific Issues for Teaching. *Science & Education*, 28, 639-667.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- List, A. y Alexander, P. (2017). Analyzing and integrating models of multiple text comprehension. *Educational Psychologist*, 52 (3), 143-147.
- Liza, C., y Rodríguez, B. (Agosto de 2018). Argumentación en estudiantes del contexto rural, abordando la cuestión sociocientífica: agroquímicos. *IV Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia.
- Mancipe, M. (2011). Enfoque CTSA y lluvia ácida: aproximación a la química partiendo de una cuestión socio-científica. *PPDQ Boletín*, 49, 23-29.
- Martínez, L. (2010). *A abordagem de questões sociocientíficas na formação continuada de professores de ciências: contribuições e dificuldades*. (Tesis doctoral). Universidade Estadual Paulista, Brasil.



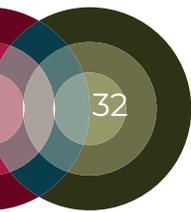
Nidia Yaneth Torres Merchán, Eliana Yizeth Pedreros
Benavides, Daniel Alejandro Valderrama

- Martínez, L. (2012). *Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores*. São Paulo, Brasil: UNESP.
- Martínez, L. (2014). Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, 36, 77-94.
- Martínez, L. y Pacheco de Carvalho, W. (2012). Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. *Educação e Pesquisa, São Paulo*, 38 (3), 727-741.
- Martínez, L. y Parga, D. (2013). La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las ciencias*, 8 (1), 23-35.
- Mazo, C. (2020). *Uso de cuestiones sociocientíficas para promover una formación científica y acciones sociopolíticas en los educandos: discusiones sobre la práctica del fracking en Colombia*. (Tesis de maestría). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Meca, J. S. (2010). Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis. *Aula abierta*, 38(2), 53-64.
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2004). *Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales*. Recuperado de: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articulos-81033_archivo_pdf.pdf
- Mesa, S. y Seña, E. (2013). *Argumentación en torno al concepto "lo vivo": Discusiones sobre el maltrato animal como asunto socio científico*. (Tesis de maestría). Universidad de Antioquia, Colombia.
- Molano, A. (Octubre de 2014). Proyecto de aula. Construcción de la alfabetización científica a partir del trabajo con cuestiones socio científicas (CSC). Problemática de la contaminación del río Bogotá. *VI Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Mora, W. (2013). Educación en ciencias y educación ambiental: necesidad de una relación mutuamente beneficiosa. *Revista virtual EDUCyT*, 12, 134-148.
- Ocelli, M., García, L. y Valeiras, N. (2018). La enseñanza de la biotecnología y sus controversias socio-científicas en la escuela secundaria: un estudio en la ciudad de Córdoba (Argentina). *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 43, 31-46.
- Parga, D. y Martínez, L. (2013). *Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas: aportes para la formación del profesorado*. Bogotá, Colombia: UPN
- Pelayo, D. y Martínez, L. (2016). Argumentación en estudiantes de educación media a partir del abordaje sociocientífico de la automedicación. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 12 (2), 57-82.
- Pinzón, Y., Salazar, L. y Martínez, L. (2018). Enculturación científica a través de la interdisciplinariedad de las cuestiones. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 8 (2), 1-25.
- Pulgarín, J. y García, J. (2016). Una didáctica para el estudio del benceno en productos de consumo masivo: aprendizaje con participación ciudadana. *Indagatio Didáctica*, 8(1), 1247-1266.



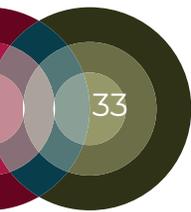
Nidia Yaneth Torres Merchán, Eliana Yizeth Pedreros
Benavides, Daniel Alejandro Valderrama

- Purwati, R., Suranto A, Sajidan, S y Prasetyanti, N. (2019). Problem-Based Learning Modules with Socio-Scientific Issues Topics to Closing the Gap in Argumentation Skills. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 18 (4), 35-45.
- Quiceno, Y. y Vélez, A. (2011). *La argumentación y el carácter interdisciplinario de los asuntos socio-científicos y su aporte a una formación en y para la civilidad*. (Tesis de pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Quiroga, K. y Verano, S. (Octubre de 2014). Las carnes curadas: una cuestión sociocientífica para favorecer el pensamiento crítico en docentes en formación inicial. *VI Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Quiroga, L. C. y Pérez, B. C. (2019). Una experiencia sobre seguridad alimentaria para trabajar la argumentación en el aula de educación secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(2), 2201-2201.
- Ratcliffe, M. y Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues*. Maidenhead: Open University Press
- Reis, P. (2014). Acción socio-política sobre cuestiones socio-científicas: reconstruyendo la formación docente y el currículo. *Uni-pluriversidad*, 14 (2), 16-26.
- Revel, A. (2013). La interdisciplina, entendida como estrategia metodológica de integración de contenidos. *Ciencias Sociales y Educación*, 2 (4), 21-40.
- Robottom, I. (2012). Socio-scientific issues in education: Innovative practices and contending epistemologies. *Research in science education*, 42 (1), 95-107.
- Rodríguez, J. D. A. y Guevara, N. Y. C. (2019). El concepto de radiación ionizante: una cuestión socio-científica aplicada como estrategia didáctica para la enseñanza de las ciencias naturales en educación superior. *Bio-grafía*, 1851-1860.
- Rodríguez, B. y Martínez, L. (Octubre de 2016). Conocimiento profesional de profesores en ejercicio al abordar cuestiones sociocientíficas. *VII Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Rodríguez, B. y Martínez, L. (Octubre de 2018). Estilos de pensamiento de profesores sobre cuestiones sociocientíficas en un grupo de investigación constituido en la interfaz universidad-escuela. *VIII Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias para la Construcción de Sociedades Sustentables*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Rodríguez, B. y Martínez, L. (Septiembre de 2017). Conocimiento profesional del profesor de ciencias al abordar cuestiones sociocientíficas: un estudio de caso de un grupo de investigación en la interacción universidad-escuela. *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didácticas de las Ciencias*, Sevilla, España.
- Rodríguez, I. y Suárez, O. (Octubre de 2018). Argumentación al tratar un caso sociocientífico en una secuencia didáctica que incorpora PodCast. *VIII Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.



Nidia Yaneth Torres Merchán, Eliana Yizeth Pedreros
Benavides, Daniel Alejandro Valderrama

- Rozo, O. (2020). *Desarrollo de relaciones y habilidades formativas para la investigación en el profesorado a partir del abordaje de cuestiones sociocientíficas*. (Tesis doctoral). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Rozo, O., Martínez, L. y Casallas, E. (2019). Configuración de un colectivo de profesores investigadores desde la escuela. Desafíos para el abordaje de cuestiones sociocientíficas. En *Indagatio Didáctica*, 11 (2), 531-548.
- Rozo, O. y Martínez, L. (Octubre de 2016). Investigaciones sobre acciones sociopolíticas y ambientales en la escuela, a partir de la formación de profesores investigadores en el abordaje de cuestiones sociocientíficas. *VII Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Rozo, O. y Martínez, L. (Octubre de 2018). Formación del profesor como investigador desde la escuela: fundamental acción sociopolítica y ambiental a partir del abordaje del cambio climático. *VIII Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias para la Construcción de Sociedades Sustentables*. Bogotá, Colombia.
- Ruiz, F., Márquez, C. y Tamayo, O. (2014). Cambio en las concepciones de los docentes sobre la argumentación y su desarrollo en clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 32, (3), 53-70.
- Sadler, T., Romine, W. y Topçu, M. (2016). Learning science content through socio-scientific issues-based instruction: a multi-level assessment study. *International Journal of Science Education*, 38 (10), 1622-1635.
- Salazar, L., Pinzón, Y., y Martínez, L. (2015). Razonamiento moral y ético en estudiantes de educación secundaria a partir de las cuestiones sociocientíficas. *Uni-pluriversidad*, 15 (1), 76-86.
- Salazar, L., Pinzón, Y. y Martínez, L. (Octubre de 2014). Las cuestiones sociocientíficas y el razonamiento moral y ético. *VI Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Salica, M. (2018). Estudio longitudinal de las actitudes en docente de ciencias naturales en ejercicio a partir de cuestiones sociocientíficas. En *Enseñanza & Teaching*, 36 (2), 71-90.
- Santos de Sousa, P. y Tormohlen, S. (2017). Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências: algumas características das pesquisas brasileiras. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), 19, 1-22.
- Sierra, I. y Marín, M. (2016). *Inclusión de las cuestiones sociocientíficas en las clases de ciencias naturales a partir del uso de herramientas web 2.0*. Universidad de Antioquía, Medellín, Colombia.
- Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. En *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (1), 1-10.
- Solbes, J. (2019). Cuestiones socio-científicas y pensamiento crítico: Una propuesta para cuestionar las pseudociencias. En *Revista Tecné, Episteme y Didáxis: TED*, 46, 81-99.
- Solbes, J. y Torres, N. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el aborde de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 26, 247-269



Nidia Yaneth Torres Merchán, Eliana Yizeth Pedreros
Benavides, Daniel Alejandro Valderrama

- Solbes, J. y Torres, N. (2013). ¿Cuáles son las concepciones de los docentes de ciencias en formación y en ejercicio sobre el pensamiento crítico? *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 33, 61-85.
- Tobón, D. S. J., Botero, M. B. y Ramírez, J. S. A. (2015). Actuales retos de la educación en ciencias: el abordaje de cuestiones socio científicas. *Revista Universidad Católica de Oriente*, 28 (40), 36-44.
- Torres, N. y Solbes, J. (2018). Pensamiento crítico desde cuestiones socio-científicas. En D. Conrado y N. Nunes-Neto (Ed.), *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas* (pp. 59-76). Salvador, Brasil: EDUFBA.
- Torres, N. (2011). Las cuestiones socio-científicas: una alternativa de educación para la sostenibilidad. *Luna Azul*, 32, 45-51.
- Torres, N. (2014). *Pensamiento crítico y cuestiones socio-científicas. Un estudio en escenarios de formación docente*. (Tesis doctoral). Universidad de Valencia.
- Torres, N. (2016). Caracterización del razonamiento informal desde el uso de una cuestión socio-científica con profesores en formación en ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 11(1), 18-30.
- Torres, N. y Martínez, L. (2011). Desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de Fisioterapia, a partir del estudio de las implicaciones socio-científicas de los xenobióticos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 29, 65-84.
- Torres, N., Cristancho, J. y Torres, A. (2019). Análisis sobre las condiciones para efectuar la transdisciplinariedad en instituciones de educación básica en Boyacá Colombia. *Educação e Fronteiras*, 9 (25), 92-109.
- Torres, N. y Cristancho, J. (2018). Analysis of the forms of argumentation of teachers in training in the context of a socio-scientific issue. *Journal of Turkish Science Education*, 15 (1), 57-79.
- Torres, N. y Solbes, J. (2014). Aspectos convergentes del pensamiento crítico y las cuestiones socio-científicas. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 9 (1), 54-61.
- Torres, N. y Solbes, J. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones socio-científicas para desarrollar el pensamiento crítico. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 34 (2), 43-65.
- Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument*. Estados Unidos: Cambridge university press.
- Türköz, G. y Öztürk, N. (2019). Determining the Argument Quality of Pre-service Science Teachers Regarding to Socio-scientific Issues: YouTube as a Source of Argumentation. *Science Education International*, 30 (4), 319-328.
- Watanabe, G. (2016). *Questões sociocientíficas e a gestão democrática na formação inicial e continuada de professores: as potencialidades na web 2.0*. (Tese de Mestrado). Universidade de Lisboa, Portugal.
- Wolff, E. y Mnguni, L. (2015). The Integration of HIV and AIDS as a Socio-scientific Issue in the Life Sciences Curriculum. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 19 (3), 213-224.