



**Las Cuestiones Socio-Científicas (CSC) y sus aportes a la Educación en Ciencias Naturales
en Colombia: un Estado del Arte**

Luz Mery Montoya Ocampo

Tesis de maestría presentada para optar al título de Magíster en Educación

Tutor

Yesenia Quiceno Serna, Magíster en Educación en Ciencias Naturales

Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Maestría en Educación
Medellín, Antioquia, Colombia
2022

Cita	(Montoya, 2022)
Referencia	Montoya Ocampo, L. M. (2022). <i>Las Cuestiones Socio-Científicas (CSC) y sus aportes a la Educación en Ciencias Naturales en Colombia: un Estado del Arte</i> [Tesis de maestría]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Maestría en Educación, Cohorte IV.

Grupo de Investigación Perspectivas de Investigación en Educación en Ciencias (PiEnCias).



Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes

Decano/director: Wilson Antonio Bolívar

Jefe departamento: Cartul Vargas Torres

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Agradecimientos

Quiero agradecer primero que todo a Dios, a mi familia y a mi compañera de maestría Lina Martínez Henao de la línea educación superior, por darme la fortaleza necesaria y apoyo incondicional.

A mi asesora Yesenia Quiceno Serna por su confianza, afecto, dedicación, tiempo, ideas y sugerencias dadas a la investigación; tuve la oportunidad de conocerla en el pregrado y la fortuna de que fuera mi asesora en la maestría, por ello, con admiración y orgullo agradezco sus valiosos aportes.

A los docentes de la maestría que aportaron a mi formación académica y a las investigadoras del grupo PiEnCias, por siempre apoyarme y estar ahí en mis momentos de incertidumbre, especialmente a la profesora María Mercedes Jiménez Narváez quien me orientó y permitió acercarme a la estrategia metodológica más certera que guiaría mi investigación, a Marisol Lopera Pérez y Mónica Eliana Cardona Zapata por sus enseñanzas y orientaciones precisas a mi trabajo, a Vanessa Arias Gil quien desde su experiencia y conocimiento del modelo de investigación documental, me dio las primeras sugerencias y recomendaciones para el transitar de mi investigación.

Finalmente, agradecimiento especial a los investigadores Diana Lineth Parga Lozano, James Stevan Arango Ramírez, Nelson Enrique Hoyos y Berta Lucila Henao Sierra, porque sin ningún compromiso abrieron un espacio en sus agendas para escucharme y aportar elementos valiosos que encaminaron el desarrollo de esta investigación.

Tabla de contenido

Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
1. ASUNTO PROBLÉMICO QUE ORIENTA LA INVESTIGACIÓN	14
1.1. Planteamiento del Problema.....	14
1.2. Objetivos	18
1.2.1. Objetivo General.....	18
1.2.2. Objetivos Específicos.....	18
2. ANTECEDENTES.....	19
2.1. Contexto Nacional.....	20
2.2. Contexto Internacional	22
3. MARCO TEÓRICO	28
3.1. CTS/CTSA y su relación con las CSC.....	28
3.1.1. Inclusión de CTS/CTSA en la enseñanza de las ciencias.....	30
3.1.2. Surgimiento de las CSC como propuesta de la línea de investigación CTS/CTSA	33
3.2. Las CSC y sus principales características	34
4. METODOLOGÍA	38
4.1. Investigación cualitativa.....	38
4.2. Investigación documental: Estado del Arte	38
4.2.1. Proceso metodológico del Estado de Arte.....	40
4.2.1.1 Momentos de la investigación.....	40
4.2.2. Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	43
4.2.3. Análisis de la información.....	45
4.2.3.1. Triangulación de la información	50

4.2.4. Consideraciones éticas	55
5. RESULTADOS	57
5.1. Productos de investigación desarrollados en la perspectiva CSC entre los años 2000 – 2018	57
5.2. Problemáticas que han motivado el abordaje de Cuestiones Socio-Científicas (CSC) en Colombia	76
5.2.1. Desarrollo de habilidades discursivas y críticas	78
5.2.1.1. Argumentación	78
5.2.1.2. Pensamiento crítico	81
5.2.2.1. Alfabetización científica y tecnológica	84
5.2.2.2. Naturaleza de las ciencias	86
5.2.2.3. Formación sociopolítica	88
5.2.4. Apreciaciones generales sobre las problemáticas en la educación científica que articulan las CSC.....	93
5.3. Textos de CSC más citados en marcos teóricos de investigaciones colombianas	97
5.3.1. CSC y sus referenciales teóricos en Colombia	100
5.4. Principales hallazgos y conclusiones de las investigaciones sobre CSC que hacen parte del Estado del Arte	105
5.4.1. Escenario 1: Aportes de las CSC a la educación científica en la básica y media	106
5.4.1.1. Desarrollo de habilidades discursivas y críticas.....	107
5.4.1.2. La educación científica y tecnológica para la participación ciudadana	108
5.4.1.3. Integración curricular	112
5.4.1.4. Actividades de aula vinculadas	113
5.4.1.5. Incidencia de las CSC en la motivación del estudiante por aprender e influencia del contexto en la apropiación de conocimientos.....	115
5.4.1.6. Dificultades y límites del trabajo con CSC en el aula de clases	117
5.4.2. Escenario 2: Aportes de las CSC a la educación científica en la formación inicial docente y con docentes en servicio.....	118

5.4.2.1. Desarrollo de habilidades discursivas y críticas.....	118
5.4.2.2. La educación científica y tecnológica para la participación ciudadana	120
5.4.2.3. Integración curricular	121
5.4.2.4. Dificultades y límites del trabajo con CSC con docentes en formación inicial y en servicio.	123
5.4.3. Apreciaciones generales desde categorías identificadas en resultados y conclusiones de las investigaciones que hicieron parte de Estado del Arte	123
5.5. Las CSC en Colombia a la luz de la discusión con un grupo de expertos en el tema	124
5.5.1. Las CSC en Colombia: Aportes, proyecciones, reflexiones y desafíos	125
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	130
6.1 Sobre los resultados de la investigación.....	130
6.2 Sobre las dificultades y limitaciones	132
6.3 Algunas recomendaciones	132
7. REFERENCIAS	134
8. ANEXOS.....	156
ANEXO 1: Consentimiento informado para expertos invitados a triangulación.....	156
ANEXO 2: Relación investigaciones sobre CSC que hicieron parte del Estado del Arte, desarrolladas en Colombia en el periodo 2000-2018	2

Lista de tablas

Tabla 1. Características de las CSC.....	36
Tabla 2. Fuentes desde las cuales se realizó rastreo de trabajos de investigación sobre CSC.	41
Tabla 3. Categorías y subcategorías emergentes del trabajo de investigación.....	47
Tabla 4. Intervenciones didácticas realizadas en investigaciones identificadas en Estado del Arte	70
Tabla 5. Cuestiones Socio-Científicas abordadas en los diferentes trabajos identificados en Estado del Arte.	73
Tabla 6. Incidencia de las subcategorías dentro de los planteamientos y justificaciones de problemas de las investigaciones revisadas.	78
Tabla 7. Cantidad de trabajos por periodo de tiempo referenciados en las investigaciones sobre CSC desarrolladas en Colombia e idioma de acceso a estos textos.	100
Tabla 8. Vinculación académica de los autores más referenciados en investigaciones sobre CSC desarrolladas en Colombia	101
Tabla 9. Denominaciones asociadas a las CSC, identificadas en los diferentes trabajos de investigación que hacen parte de Estado del Arte.....	102
Tabla 10. Incidencia de las categorías y subcategorías dentro de los resultados y conclusiones de las investigaciones revisadas.	105

Lista de figuras

Figura 1. Antecedentes de la investigación.....	20
Figura 2. Relación de algunos conocimientos de CTS referenciados en los estándares de ciencias naturales. Fuente. Estándares de ciencias naturales (MEN, 2006).....	33
Figura 3. Pasos aplicación técnica Delphi-focal.	54
Figura 4. Proceso metodológico de la investigación documental: Estado del Arte.	55
Figura 5. Esquema representativo de las problemáticas presentes para la subcategoría Argumentación y las contribuciones de abordar CSC.	81
Figura 6. Esquema representativo de las problemáticas presentes para la subcategoría Pensamiento Crítico y las contribuciones de abordar CSC.....	83
Figura 7. Esquema representativo de las problemáticas presentes para la subcategoría Alfabetización científica y tecnológica y las contribuciones de abordar CSC.	86
Figura 8. Esquema representativo de las problemáticas presentes para la subcategoría Naturaleza de las ciencias y las contribuciones de abordar CSC.	88
Figura 9. Esquema representativo de las problemáticas presentes para la subcategoría Formación sociopolítica y las contribuciones de abordar CSC.....	91
Figura 10. Esquema representativo de las problemáticas presentes para la subcategoría Pensamiento Crítico y las contribuciones de abordar CSC.....	93
Figura 11. Esquema representativo de las diferentes relaciones existentes entre categorías y subcategorías.	95

Lista de gráficos

Gráfico 1. Fuentes de consulta de las investigaciones identificadas para Estado del Arte.	59
Gráfico 2. Relación de eventos académicos a las cuales pertenecen las memorias identificadas en el Estado del Arte.	60
Gráfico 3. Relación de revistas y artículos identificadas en el Estado del Arte.....	61
Gráfico 4. Relación de trabajos de grado (pregrado y posgrado) y universidades en las cuales se ha publicado, identificadas en Estado del Arte.	62
Gráfico 5. Relación por año de investigaciones identificadas periodo 2000-2018.	63
Gráfico 6. Universidades a las cuales están adscritos los trabajos de investigación identificados en el Estado del Arte.	65
Gráfico 7. Población objeto de estudio de las diferentes investigaciones que hacen parte de Estado del Arte.	67
Gráfico 8. Tipo de enfoque de las investigaciones identificadas en Estado del Arte.....	68
Gráfico 9. Estrategia metodológica del enfoque cualitativo utilizadas en las investigaciones identificadas en Estado del Arte.....	68
Gráfico 10. Profundidad del enfoque cualitativo de las investigaciones identificadas en Estado del Arte.....	70
Gráfico 11. Textos que abordan CSC referenciados en investigaciones colombianas que hacen parte de este Estado del Arte.	99

Resumen

El objeto de estudio de la presente investigación son las Cuestiones Socio-Científicas (CSC), perspectiva de trabajo emergente del enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), cuyo auge data de principios del siglo XXI. En esta investigación, se ha proyectado analizar los aportes de la producción investigativa en Colombia sobre las CSC, en la formación científica escolar y la formación de profesores de ciencias naturales, debido a su potencial para el desarrollo del pensamiento crítico, la formación sociopolítica y la transformación de la enseñanza tradicionalista de las ciencias naturales (Henaó y Stipcich, 2008; Arango, 2012).

Para alcanzar el objetivo, la estrategia metodológica empleada ha sido Estado del Arte (Hoyos, 2000 y Galeano, 2018), desde la cual se revisaron 68 trabajos de investigación localizados a través de diversas fuentes (GrupLAC, Pubindex y repositorios de trabajos de grado de Universidades Colombianas). El periodo de búsqueda de estas investigaciones fue 2000-2018 y dentro de los hallazgos, se ha encontrado que el 85% de estas, se ha publicado entre los años 2014-2018, lo que indica un período notable del desarrollo de esta perspectiva en el país, donde la Universidad Pedagógica Nacional lidera con el 49% de estas publicaciones, seguido de la Universidad de Antioquia (15%) y la Universidad del Valle (9%).

El análisis de estas investigaciones, da cuenta de las perspectivas pedagógicas y didácticas asociadas al trabajo con CSC en las escuelas de educación básica y media y en la formación inicial de docentes de ciencias naturales (Argumentación, Pensamiento crítico, Alfabetización científica y tecnológica, Naturaleza de las ciencias, Formación sociopolítica e Integración curricular); se refleja también los principales teóricos de esta perspectiva en el país y se visualiza fortalezas, debilidades y oportunidades, así como los retos que representan la inclusión y consolidación de dicha perspectiva en el país, evidenciándose una necesidad de que las CSC hagan parte de los currículos de formación escolar y de formación inicial y continua de docentes.

Palabras clave: Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS); Cuestiones Socio-Científicas (CSC); Formación científica escolar; Formación inicial docente.

Abstract

The object of study of this research is the Socio-scientific Issues (SSI), a work perspective that arises from the Science, Technology, Society and Environment (STSE)

The object of study of this research is Socio-Scientific Issues (SSI), an emerging work perspective of the Science, Technology, Society and Environment (STSE) approach, whose peak dates from the beginning of the 21st century. In this research, it has been planned to analyze the contributions of the research production in Colombia on SSI, in school scientific training and the training of natural sciences teachers, due to their potential for the development of critical thinking, socio-political training and education. transformation of the traditionalist teaching of natural sciences (Heno and Stipcich, 2008; Arango, 2012).

To achieve the objective, the methodological strategy used has been State of the Art (Hoyos, 2000 and Galeano, 2018), from which 68 research works located through various sources were reviewed (GrupLAC, Pubindex and repositories of degree works of Colombian Universities). The search period of these investigations was 2000-2018 and within the findings, it has been found that 85% of these have been published between the years 2014-2018, which indicates a remarkable period of the development of this perspective in the country, where the National Pedagogical University leads with 49% of these publications, followed by the University of Antioquia (15%) and the University of Valle (9%).

The analysis of these investigations gives an account of the pedagogical and didactic perspectives associated with the work with SSI in the schools of basic and secondary education and in the initial training of teachers of natural sciences (Argumentation, Critical thinking, Scientific and technological literacy, Nature of the sciences, socio-political formation and curricular integration); It also reflects the main theorists of this perspective in the country and visualizes strengths, weaknesses and opportunities, as well as the challenges that the inclusion and consolidation of this perspective represent in the country, evidencing a need for the SSI to be part of the curricula school training and initial and ongoing teacher training.

Keywords: Science, Technology, Society and Environment (STSE); socio-scientific issues (SSI); School scientific training; Initial teacher training.

Introducción

La presente investigación pretende analizar los aportes de la producción investigativa en Colombia sobre las Cuestiones Socio-Científicas (CSC) en la formación científica escolar y en la formación de profesores de ciencias naturales, producto de la revisión y análisis de artículos, memorias de congreso y trabajos de grado de pregrado y posgrado identificados en repositorios de universitarios, GrupLAC de grupos de investigación adscritos a la línea didáctica de las ciencias, revistas de pubindex y otras fuentes, a la luz de un diseño cualitativo e interpretativo de tipo documental, como es el Estado del Arte (Hoyos, 2000 y Galeano, 2018).

Las CSC se definen como dilemas, controversias o cuestiones, que involucran problemáticas sociales y éticas que conllevan al debate y hacen que los individuos tomen posturas frente a un problema, requiriendo para ello el uso de conocimientos de la ciencia y otras disciplinas, así como del razonamiento moral y ético (Kolstø, 2001; Sadler, 2004; Zeidler & Nichols, 2009; Jiménez Aleixandre, 2010; España y Prieto, 2010 y Torres, 2011).

Estas cuestiones tienen su auge a principio del siglo XXI, pero vienen visibilizándose desde mediados del siglo XX dentro del enfoque CTSA, consolidándose y tomando fuerza desde investigaciones recientes en el campo de la didáctica de las ciencias. Así lo revelan investigaciones documentales y análisis bibliométricos, elaborados en Estados Unidos (Sadler 2004; Karisan & Zeidler, 2017), Taiwán (Chang, Chang & Tseng, 2010), España (Díaz y Jiménez-Liso, 2012; Esquerra y Fernández-Sánchez, 2014 y Díaz, 2019), Brasil (Silva y Santos, 2014; Santos de Sousa y Tormöhlen, 2017), Colombia (Martínez y Parga, 2013; Martínez, 2014 y Roza y Martínez, 2016) y Tailandia (Tekin, Aslan & Yilmaz, 2016), los cuáles dan cuenta de la incursión que han tenido en las prácticas educativas en las escuelas de educación básica y media y en la formación docente en estos países.

La presente investigación se desarrolla en seis apartados, que a continuación se describen de forma general.

En el primero de ellos, se reseña el tema de la investigación y las razones que la motivan; aquí se definen los objetivos, el problema y la justificación del estudio. En un segundo capítulo, se mencionan los antecedentes del trabajo enfocados en la revisión de investigaciones previas sobre

CSC que han empleado metodologías relacionadas con la investigación documental y/o el Estado del Arte, estrategia metodológica utilizada en la presente investigación. En el tercer capítulo, se referencia el marco teórico de la investigación, en el cual se reconstruye los orígenes de CTSA como línea precursora de las CSC y se define esta perspectiva. En el cuarto capítulo, se explica el proceso metodológico llevado a cabo en la investigación. En el quinto, se relacionan los resultados obtenidos, el cual contiene el análisis estadístico de los diferentes trabajos identificados en el Estado del Arte, reconociéndose aspectos como: el tipo de texto, los años de publicación, las CSC más abordadas, la población objeto de estudio, los centros académicos que investigan sobre esta perspectiva y los enfoques y estrategias metodológicas utilizadas en estos trabajos. En los resultados también se aborda las diferentes problemáticas que motivan el abordaje de CSC en el país, los teóricos más referenciados en los diferentes trabajos y los principales hallazgos y conclusiones a los cuales llegaron las diferentes investigaciones que hicieron parte de este Estado del Arte. Así mismo, en la última parte, se presenta la triangulación de los hallazgos, a partir del desarrollo de un grupo Delphi Focal con expertos en el tema. En el sexto capítulo, se describen las conclusiones y recomendaciones de la investigación¹.

Finalmente, la forma de producción de conocimiento de la presente investigación servirá de referente para otras investigaciones que se interesen en las CSC, permitiendo conocer de primera mano que se ha desarrollado, los vacíos, necesidades, limitaciones, tendencias y logros; posibilitando la orientación de nuevos trabajos y líneas de investigación que se desarrollen dentro de esta perspectiva, así como la aportación para repensar el currículo escolar y de formación inicial y continua de docentes en el área de ciencias naturales.

¹ Para tener un panorama general del estudio, en el siguiente link de Genially, se encuentra una presentación con el resumen general del trabajo de investigación <https://view.genial.ly/5faf6dc80c5ea90cfd372c2f/presentation-presentacion-trabajo-de-grado-mery-montoya>

1. ASUNTO PROBLÉMICO QUE ORIENTA LA INVESTIGACIÓN

El primer capítulo de este trabajo de investigación describe de manera amplia la situación objeto de estudio, así como su ubicación en el contexto de la enseñanza de las ciencias y la línea CTSA, permitiendo comprender sus orígenes y relaciones. Además, se presentan los objetivos, el problema y justificación de la investigación.

1.1. Planteamiento del Problema

Actualmente, la educación en ciencias ha venido planteándose objetivos diferentes a los fijados cuatro décadas atrás (Lederman, 2018), cuando ésta solía verse, según Schiefelbein (1995), como un conjunto de elementos teóricos, que propendían por un aprendizaje memorístico, saturado de información, acrítico y descontextualizado. De acuerdo con Hodson (2004) esta educación se enfocaba precisamente en presentar la ciencia como un cuerpo de conocimiento que podía ser transmitido por los docentes, memorizado por los estudiantes y plasmado en los exámenes, donde el profesor desde su práctica abogaba por la búsqueda de verdades objetivas derivadas de conocimiento fáctico, las cuales eran independientes de los acontecimientos y hechos sociales. Lo anterior reflejaba una idea de “ciencia” aislada y desconectada de asuntos de índole político, social, económico y ambiental que no reconocía los valores sociales, propios de cada de cada cultura.

En el siglo XXI, los propósitos con respecto a la educación científica han sido encaminados a que los estudiantes aprendan a interpretar el mundo con base en los conocimientos científicos adquiridos, ya no netamente desde la memorización de los conceptos, sino desde su apropiación, puesto que, en el nuevo siglo, la intención de las clases de ciencias ya no es transmitir información, sino saberla utilizar (Sanmartí, Izquierdo y García, 1999). En este sentido, juega un papel importante el abordaje y racionalización de problemas, al tiempo que se identifican aspectos históricos, sociales y culturales que hacen parte del desarrollo científico (Moreira, 2004).

Este cambio de paradigma se ha dado de forma paulatina a través del tiempo, desde reflexiones sobre la manera como los docentes enseñan ciencias naturales en el aula, suscitando cambios notorios en los currículos escolares que, de acuerdo con Márquez, Roca y Sanmartín (2009), han posibilitado que la enseñanza de las ciencias se asuma de una manera más significativa, recurriendo a la elaboración de marcos teóricos que han dado origen a nuevas líneas de investigación, traducidas hoy en prácticas concretas.

Entre estas líneas de investigación es importante resaltar algunas como: la resolución de problemas (Polya, 1979), el cambio conceptual (Posner, Hewson & Gertzog, 1982), la argumentación en ciencias (Jiménez-Aleixandre, 2010), Ciencia Tecnología, Sociedad y Ambiente–CTSA– (Cachapuz, Lopes, Paixão, Praia y Guerra, 2004) y las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –TIC– (Moreira, 2004), las cuales buscan poner en diálogo la relación “profesor-estudiante” en el desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Cabe mencionar que, una de las líneas de investigación que ha recibido gran atención en las últimas décadas, es la de CTSA, debido a la importancia social y cultural de la ciencia en una sociedad sostenida por la convergencia de la ciencia y la tecnología. Para autores como Cachapuz, Paixão, Lopes y Guerra (2008), esta línea se ha abanderado bajo la apuesta de alfabetizar científicamente a las personas para que sean conscientes de los problemas del mundo y de su posibilidad de actuación sobre los mismos, lo que hace necesaria una alfabetización científica acompañada de una formación en ciudadanía y participación social para todas las comunidades (Martín, 2002). Desde esta perspectiva, la educación en ciencias debe propender por la apropiación del conocimiento científico, para que los estudiantes puedan participar activa y responsablemente de los problemas sociales, ambientales, económicos y tecnológicos que hacen parte de su entorno.

De acuerdo con Aikenhead (1997, como se cita en Cachapuz *et al.*, 2008) la línea de CTSA ha tenido sus orígenes en la crisis ambiental y en la necesidad de reflexionar sobre la naturaleza de las ciencias (NdC) y su papel en la sociedad. Sin embargo, autores como Zeidler y Sadler (2008a); Zeidler, Sadler, Simmons y Howes (2005, como se cita en Zeidler & Nichols, 2009), hacen mención a una perspectiva complementaria que ha reivindicado y potenciado el papel de las CTSA dentro de la educación científica contemporánea.

Esta perspectiva a la que hacen referencia, son las Cuestiones Socio-Científicas (CSC), las cuales han permitido materializar los retos del enfoque CTSA, incluso, según estos autores, las CSC son un término más amplio que incluye todo lo que CTSA tiene para ofrecer, al tiempo que incluye la dimensión ética de la ciencia, el razonamiento moral del estudiante y su desarrollo emocional (Zeidler, Walker, Ackett y Simmons, 2002, como se cita en Zeidler & Nichols, 2009).

Sin embargo, para ir más allá, fue necesario examinar brevemente los aportes de Hodson (2010), autor desde el cual se logra comprender que, si bien el enfoque CTSA aporta a la alfabetización científica, han sido las CSC las que han aterrizado los ideales de este enfoque en la práctica del docente, de hecho, este autor, citando a Zeidler *et al.*, (2005) asevera que CTSA como

se practica actualmente, sólo "señala" dilemas o controversias éticas, y no necesariamente explota el poder pedagógico inherente del discurso, la argumentación razonada, la comprensión explícita de la naturaleza de las ciencias, las conexiones emocionales, culturales o epistemológicas dentro de las cuestiones en sí mismas, y sí que menos que considera el desarrollo moral o el carácter de los estudiantes.

De acuerdo con España y Prieto (2009), las CSC aportan al cruce de relaciones entre la enseñanza de las ciencias y la educación en valores a partir de la discusión de problemas abiertos, complejos y controvertidos que se derivan de los avances científicos y tecnológicos, entretanto éstas buscan implementar acciones concretas que permitan alcanzar la apropiación del lenguaje y el conocimiento científico, la formación de opiniones y la participación activa de los sujetos, permitiendo que, en este caso, el estudiante pueda analizar los puntos de vista de otros, desarrollar el pensamiento crítico, tomar decisiones, así como emprender acciones concretas derivadas de las discusiones sostenidas alrededor de problemáticas actuales que involucran la ciencia y la tecnología.

Es así como las CSC se empiezan a concebir como una apuesta de trabajo en el aula de clase, que materializa los objetivos del enfoque CTSA (Martínez y Parga, 2013) y se proyecta a la formación de ciudadanos capaces de intervenir y participar en la toma de decisiones sobre controversias que involucran las ciencias y que son próximas a la cotidianidad de las personas, concentrarse en nuevos modos de pensar y de actuar, a partir del conocimiento y el desarrollo social pensado desde la colectividad.

Ante este panorama, los antecedentes de esta investigación reflejan que la propuesta de las CSC se perfila como una perspectiva de trabajo emergente que ha tomado fuerza en las investigaciones recientes en el campo de la didáctica de las ciencias, o por lo menos así lo revelan análisis bibliométricos, revisiones documentales e investigaciones documentales (Sadler, 2004; Chang, Chang & Tseng, 2010; Silva y Santos, 2014; Martínez, 2014; Rozo y Martínez, 2016; Tekin, Aslan & Yilmaz, 2016; Karisan & Zeidler, 2017), encontrándose en ellas que las CSC han ganado atención de los investigadores a lo largo de los años, principalmente en países como EE.UU, España, Brasil, Colombia, Taiwán y Tailandia.

Tekin, Aslan y Yilmaz, (2016), muestran en su investigación que si bien los artículos relacionados con CSC entre el periodo 2004-2015 han aumentado constantemente cada año, es a

partir del 2010 que se registran un mayor volumen de publicaciones sobre el tema, lo que evidencia su contemporaneidad, y posibilita su surgimiento como una nueva perspectiva de trabajo.

Ahora bien, haciendo referencia al contexto local, en los últimos años se registra un volumen creciente de investigaciones sobre CSC en Colombia, la cual se evidencia en diversas publicaciones y en la realización de eventos que incluyen esta perspectiva entre sus agendas académicas, lo que permite dar cuenta de la necesidad de revisar y analizar trabajos e investigaciones que involucren CSC y de esta manera visibilizar el estado actual de esta perspectiva en el país.

En vista del auge que de acuerdo con los diferentes antecedentes identificados han tenido las CSC y la evidencia del surgimiento de investigaciones en Colombia sobre el tema (Martínez y Parga, 2013; Martínez, 2014 y Rozo y Martínez, 2016) se hace necesario realizar un acercamiento al desarrollo actual de esta perspectiva en el país, identificando en primera instancia la procedencia de este enfoque, sus tendencias, asuntos más relevantes, los impactos que su incursión ha generado en las escuelas de educación básica y media y en la formación docente.

La visibilización de estos trabajos en este Estado del Arte, posibilita que futuros investigadores dentro de la perspectiva, amplíen la línea de trabajo, identifiquen las controversias que se han abordado, los enfoques y metodologías empleadas, la población objeto de estudio más recurrida, así como los autores que se han acercado a esta perspectiva de trabajo, convirtiéndose todo ello en potencial para incentivar el desarrollo de esta perspectiva.

Desde aquí radica entonces el interés de esta investigación para comprender cómo y de qué manera se viene investigando sobre las CSC en el país, por las oportunidades que esta perspectiva brinda al mejoramiento de la enseñanza y aprendizaje de la educación científica. Además, el reconocimiento de estos trabajos, permitirá a futuros investigadores visualizar caminos de posibilidades y oportunidades, que permitan repensar el currículo escolar y de formación inicial y continua de docentes en el área de ciencias naturales.

Dada la situación, las preguntas de investigación que orienta este trabajo, son:

¿Cuáles han sido los aportes del conocimiento producido sobre CSC en la educación en ciencias en Colombia? y ¿De qué manera las investigaciones sobre CSC han contribuido a la transformación de la educación en ciencias naturales en el país?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Analizar los aportes de la producción investigativa en Colombia sobre las Cuestiones Socio-Científicas (CSC) en la formación científica escolar y en la formación de profesores de ciencias naturales.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar los trabajos desarrollados en la perspectiva CSC entre los años 2000 - 2018.
- Reconocer enfoques y tendencias presentes en trabajos de investigación propuestos desde la perspectiva CSC en Colombia.
- Determinar la emergencia teórica de esta perspectiva en Colombia y su proceso de transformación en las últimas décadas.

2. ANTECEDENTES

En este capítulo se referencian las diferentes investigaciones encontradas que anteceden a esta investigación por relacionarse con el objeto de estudio y la metodología empleada. En la búsqueda de estos antecedentes solo se priorizaron Estados del Arte, análisis bibliométricos, investigaciones documentales y cualquier otro trabajo de este tipo que se centrara en analizar producciones existentes sobre CSC, para obtener un panorama sobre el estado actual de la perspectiva y sus proyecciones.

Para ello, se realizó una revisión bibliográfica (Codina, 2015) a través de bases de datos como Ebsco, Directory of Open Access Journals (DOAJ), DialNet, Emerald (EmeraldInsight), Eric, Science Direct y Scielo, y en los motores de búsqueda: World Wide Science, Google académico, Microsoft Academic y BASE (bielefeld academic search enginey). De manera complementaria, se revisaron revistas especializadas como: Enseñanza de las Ciencias, Eureka, Research in Science Education – Springer, Journal of Research in Science Teaching y SAGE Journals.

La búsqueda en español se realizó a través de palabras clave. Para este fin se utilizaron términos como: socio-científicos/socio-científicos, socio-científicas/sociocientíficas, Asuntos socio-científicos/socio-científicos, Asuntos sociales tecnocientíficos, Cuestiones Socio-Científicas/sociocientíficas, Controversia socio-científica/sociocientífica, ya fuese en el título, resumen y/o palabras clave de los trabajos, puesto que, según lo revisado en otros artículos, frecuentemente se utiliza estas nomenclaturas para referirse a las CSC. En inglés la búsqueda se realizó con las palabras: socioscientific issues y socio-scientific issues.

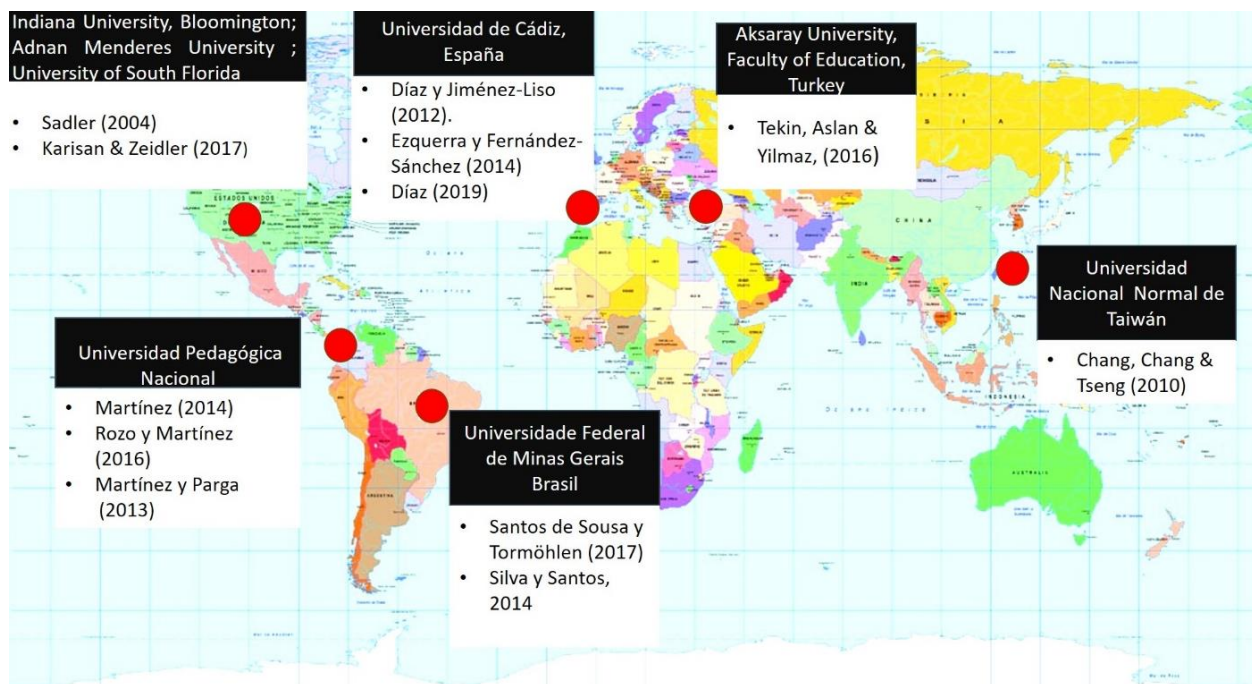
Al utilizar la búsqueda avanzada en cada una de las bases de datos, revistas o motores de búsqueda, se utilizó el operador booleano AND para adicionar a la búsqueda, términos en español como: análisis de contenido, análisis bibliométricos, revisión de literatura, revisión documental, investigación documental, Estado del Arte, revisión bibliográfica; y en inglés: documentary research, document review, state of the art review, systematic review, literature review, content análisis y review of research.

En total, se seleccionaron y analizaron 11 artículos relacionados con Estados del Arte, análisis bibliométrico, revisión de literatura o investigación documental de CSC y han sido clasificados desde los ámbitos: nacional e internacional. Los contextos nacionales e

internacionales están estructurados de acuerdo con el lugar donde se produjo la investigación y no al contexto que se investiga; para el caso de Colombia se encontraron tres trabajos, los demás corresponden a países como Brasil, EE. UU, Turquía, España y Taiwán;

En la Figura 1, se relacionan estos países y los trabajos identificados, para luego ser descritos de acuerdo con el contexto de procedencia.

Figura 1. Antecedentes de la investigación



2.1. Contexto Nacional

Dentro de los trabajos realizados en el contexto nacional, se encuentran los de Martínez y Parga (2013), Martínez (2014) y Rozo y Martínez (2016), todos investigadores colombianos de la Universidad Pedagógica Nacional. Si bien sus investigaciones son un acercamiento a la comprensión de la perspectiva CSC, difieren de las pretensiones de este trabajo de investigación, por desarrollarse dentro de contextos internacionales, y aunque, por su parte, Martínez (2014) si se centra en el contexto nacional, sus objetivos son proyectados específicamente a las producciones académicas del grupo de investigación ALTERNACIENCIAS. A continuación, en los hallazgos respectivos de cada trabajo, se describen sus propósitos.

En primer lugar, se rastreó el trabajo de Martínez y Parga (2013) quienes en su investigación buscaban analizar la emergencia de las CSC en la enseñanza de las ciencias con enfoque CTSA, para lo cual revisaron literatura producida en revistas internacionales de enseñanza de las ciencias.

Las conclusiones del anterior trabajo sugiere que las CSC son una perspectiva de trabajo muy reciente que ha emergido en los primeros años del siglo XXI, además, sostiene que el trabajo en el área de ciencias naturales con CSC son una manera de materializar las relaciones CTSA en la enseñanza de las ciencias, debido a que las intenciones de la perspectiva hacen parte de los idearios de CTSA como: la formación ciudadana, la comprensión de la naturaleza de las ciencias, la alfabetización científica, los análisis de aspectos éticos y morales, entre otros. Sobre el surgimiento de las CSC, lo posicionan anclado al enfoque CTSA, mencionando que las CSC han aportado a la Enseñanza de las ciencias, posibilitando la comprensión de la naturaleza de la misma, permitiendo el desarrollo de procesos argumentativos y habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes. Finalmente, establece que, el abordaje de CSC por parte del profesor le permite reflexionar sobre su práctica profesional, debido a que estas cuestiones fortalecen la autonomía docente (Martínez y Parga, 2013).

En segundo lugar, se encuentra el trabajo de Rozo y Martínez (2016), en el cual se evidencia la realización de un análisis bibliométrico de investigaciones en el mundo que sustentan las acciones sociopolíticas y ambientales en la escuela, a partir de la formación de profesores en y para el abordaje de CSC. Este análisis se realizó desde la revisión de trabajos de investigación publicados en un periodo de 15 años, los cuales comprenden artículos de revistas especializadas en educación, tesis y ponencias. Estos fueron seleccionados por abordar una o varias de las categorías planteadas para dicho análisis (Formación de profesores como investigadores, abordaje de las CSC en la práctica del profesor, ciudadanía planetaria y Acciones sociopolíticas y ambientales). Del total de trabajos (129), 68 estaban en el campo de las CSC, destacándose en las conclusiones de la investigación, un aumento significativo en las producciones sobre esta perspectiva en Colombia en los últimos 4 años del trabajo desarrollado por estos investigadores.

En tercer lugar, se encuentra el trabajo de Martínez (2014), el cual corresponde a una revisión de la producción académica sobre CTSA desarrollada desde el año 2003 por el grupo de investigación ALTERNACIENCIAS, desde el cual se destaca los aportes, las dificultades y los retos del abordaje de CSC como problemática de investigación de la enseñanza de las ciencias, así

como las características y el diseño curricular sobre estos. De este trabajo se resalta la identificación de las CSC como parte del campo CTSA, por tener de acuerdo con el autor, objetivos que hacen parte de las investigaciones desarrolladas en esta línea. Entre esos objetivos se mencionan los siguientes: la formación ciudadana, la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, la alfabetización científica y el análisis de dilemas éticos y morales.

Finalmente, después de la relación que Martínez (2014) establece entre los diferentes trabajos descritos en la investigación, concluye que estos evidencian el abordaje de CSC en la enseñanza de las ciencias y que estas han aportado a la formación ciudadana de estudiantes de distintos niveles del sistema educativo colombiano, así como a la formación inicial y continua del profesor, sin embargo, considera que el abordar controversias sociales y científicas –característica de las CSC– demanda una amplia formación del profesorado. Asimismo, los estudios revisados sobre CTSA han aportado a la construcción de conocimiento didáctico con estrategias que favorecen el aprendizaje de conceptos científicos y permiten que el estudiante relacione estos conceptos con CSC, a la vez que contribuye a la formación inicial y permanente del profesorado en el abordaje de CSC, aunque resaltan, que precisamente el abordaje de este tema en el aula por parte del docente, puede tener obstáculos por la imposición de currículos oficiales que impiden el desarrollo de propuestas de enseñanza como estas, al restringir la creatividad del docente (Martínez, 2014).

2.2. Contexto Internacional

En Brasil, uno de los trabajos que se registra es el de Silva y Santos (2014). Esta investigación es una revisión documental, cuyo objetivo planteado era proveer un panorama de las investigaciones sobre el espacio que ocupa la moral dentro de las CSC en la enseñanza de las ciencias y así identificar algunas reflexiones sobre cómo estos estudios se vienen desarrollando. Para ello, los investigadores realizaron una revisión de 27 revistas brasileñas sobre enseñanza de ciencias y algunas otras de carácter internacional, con producciones entre los años 1997-2013.

A partir de este estudio, los investigadores concluyen que las CSC son guiadas por factores sociales, morales y afectivos y estos procesos pueden variar de acuerdo con el contexto y el referencial de análisis, es decir, si soy "yo" o el "otro". Asimismo, plantean que el conocimiento

del contenido científico parece contribuir poco en algunas de las decisiones que los individuos toman en contextos socio-científicos.

Sobre las concepciones de los docentes, los anteriores autores encuentran que éstas influyen sus actitudes en el proceso de enseñanza, por lo que es necesario comprender cómo los profesores de ciencias se ocupan de temas que presentan implicaciones éticas y de expresión de sus propios valores en el aula de clase. Ahora bien, con relación a la formación inicial de profesores, se halla que esta, poco ha contribuido a que los futuros docentes en ejercicio logren tomar posturas, así como comprender la divergencia de opiniones. De esta manera, sugieren los investigadores que los profesores, además del conocimiento del contenido y del abordaje de CSC, necesitan habilidades para la estructuración y el liderazgo en la toma de decisiones en el aula.

Otra de las investigaciones desarrolladas en Brasil es la de Santos de Sousa y Tormöhlen (2017) en la cual se analizaron investigaciones brasileñas en educación en ciencias que abordaban CSC, principalmente, las publicados en las Actas del Encuentro Nacional de Investigación en Educación en Ciencias (ENPEC), y donde el periodo de búsqueda fue el mismo de la anterior investigación citada en este trabajo (1997 y 2013). En el levantamiento inicial, identificaron 47 trabajos a los cuales le realizaron un análisis textual discursivo utilizando como categorías para dicho análisis: el foco temático y naturaleza de los trabajos, la comprensión de las CSC, las CSC abordadas, la incidencia CTS y el desarrollo de la argumentación, y el planeamiento e implementación de propuestas centradas en CSC.

Como conclusiones de esta investigación, se pudo constatar que el primer trabajo en el ENPEC identificado, data del año 2001, el segundo en el 2005 y es a partir del 2009 que se da un aumento significativo de trabajos que discuten el abordaje de CSC con mayor interés en la participación de los estudiantes en el desarrollo de actividades para el análisis de estas controversias, así como la aplicación desde la formación de profesores.

Además, los autores plantean la necesidad de más sistematizaciones acerca de las características de las CSC, sus relaciones con otros referenciales y criterios de selección, así como la necesidad de ampliar las discusiones acerca del papel de estas cuestiones en la enseñanza de ciencias, de tal forma que permitan aclarar si ellas constituyen un recurso didáctico-pedagógico, objeto de aprendizaje en clase o son un elemento estructurante del currículo.

En Estados Unidos, se relaciona el trabajo de Karisan y Zeidler (2017), en el cual, a través de una revisión documental, examinan la importancia de contextualizar la naturaleza de las

ciencias (NdC) dentro del marco de las CSC, para ello establecieron como categorías de análisis: (a) CSC en la educación científica; (b) NdC en la educación científica; y (c) contextualización de la NdC en CSC.

Desde este trabajo, los autores han concluido que existe una relación entre las opiniones de los estudiantes sobre la NdC, sus respuestas en el discurso y la exposición a problemas socio-científicos, lo que implica la necesidad de formar a los docentes desde las perspectivas de la NdC y de las CSC, para que éstos puedan adquirir o desarrollar habilidades que permitan guiar a los estudiantes en el proceso de comprensión y apropiación de la NdC, en las discusiones, la evaluación de datos y la toma de decisiones relacionadas con CSC. Desde este horizonte, los investigadores sugieren que se reformen los programas de formación de maestros, para incluir la integración de la NdC en el contexto de las CSC.

En un trabajo anterior, Sadler (2004), había adelantado una revisión documental con el propósito de organizar, integrar y resumir diferentes estudios empíricos relacionados con el razonamiento sobre CSC para evaluar la importancia colectiva de la investigación existente, identificar inconsistencias y lagunas en los hallazgos, y resaltar los aspectos que requieren un estudio adicional. Las categorías de este trabajo fueron emergentes, y abordaron (a) argumentación socio-científica; (b) relaciones entre conceptualizaciones de la naturaleza de la ciencia (NdC) y decisiones socio-científicas; (c) la evaluación de la información relacionada con CSC; (d) la influencia de la comprensión conceptual de un individuo sobre su razonamiento informal.

Como conclusiones, esta investigación indica que el trabajo con CSC ha aumentado paulatinamente a lo largo de los años, e investigaciones como esta, facilitan el camino a futuros estudios relacionados con el tema. Además, encontraron que las CSC, si bien no son la única manera de promover la alfabetización científica, se han convertido en un instrumento valioso para que los docentes puedan ayudar a estimular el crecimiento intelectual y la conciencia social de sus estudiantes. Como foco de las investigaciones revisadas por el autor, los temas que más recurrencia tienen en relación con las CSC fueron: la argumentación, la toma de decisiones y el razonamiento. Por otra parte, también indica cómo los estudios realizados con estudiantes de secundaria y preparatoria han ido aumentando continuamente, mientras la cantidad de estudios realizados con niños de primaria sigue siendo mínima.

En el marco de la presente revisión, fueron rastreados tres trabajos en España, los cuales son presentados en conjunto por sus características similares, dado que se focalizan en la revisión de documentos y la presencia de CSC en la prensa.

En esta línea, los artículos de Díaz y Jiménez-Liso (2012), Ezquerro y Fernández-Sánchez (2014) y Díaz (2019) se caracterizan por su estudio sobre la relación existente entre la presencia de temáticas de CSC en la prensa escrita que la han llevado a convertirse en una de las principales herramientas para trabajar la alfabetización científica en el aula.

En general, en estos trabajos, los autores analizaron a partir de un periodo de tiempo definido, el contenido de artículos y/o la publicidad que se encuentra en la prensa escrita, de acuerdo a algunas temáticas que se traducen como categorías: productos tecnológicos, biotecnología, medio ambiente, astronomía, biología, nanotecnología, recurso hídrico, entre otros.

Díaz y Jiménez-Liso (2012) se enfocaron en estudiar qué controversias socio-científicas aparecen en la prensa y qué tratamiento se le conceden en distintos países y medios de comunicación a través de un estudio que hace uso del análisis documental. Por su parte, Ezquerro y Fernández-Sánchez (2014) analizaron la ciencia que aparece en la publicidad, el modo en que lo hace, las consecuencias sobre la ciudadanía y las posibles aplicaciones en el aula, implementando un protocolo de análisis que permitió tanto la búsqueda de información como el análisis de los resultados. Finalmente, la propuesta de Díaz (2019) se concentró en caracterizar los indicadores de CSC en prensa y aplicarlos a un tema específico: el agua, a través de una investigación de carácter mixto.

Ahora bien, recientemente en Turquía, Tekin et al., (2016), realizaron una investigación con el objetivo de determinar las tendencias de investigación relacionadas con CSC a través del análisis de contenido de artículos publicados entre 2004 y 2015 en cinco revistas seleccionadas de alto impacto en educación científica: Science Education (SE), Journal of Research in Science Teaching (JRST), Science and Education (S&E), International Journal of Science Education (IJSE) e Investigación en Educación de la Ciencia (RSE).

En total fueron analizados 122 artículos y las preguntas de investigación planteadas fueron las siguientes: 1) ¿Cómo se publican los artículos sobre las CSC en las revistas seleccionadas distribuidas a lo largo de los años? 2) ¿Cómo se distribuyen los artículos sobre CSC según su tipo de investigación en las revistas seleccionadas? 3) ¿Cómo se distribuyen los artículos sobre las CSC

según los temas relacionados con las CSC en las revistas seleccionadas? 4) ¿Cómo se distribuyen los artículos sobre CSC según los grupos de muestra de investigación en las revistas seleccionadas?

En suma, las conclusiones a las cuales llegaron los investigadores, resaltan que en los últimos años (2012-2014), la cantidad de artículos relacionados con CSC aumentaron significativamente y ello se debe a la conexión con la línea CTSA, sin embargo, esta tendencia de trabajos enfocados hacia las CSC, también tiene relación □según los autores□, con la creciente importancia atribuida a este tema en el currículo (Asociación Americana para el Avance de la Ciencia [AAAS], 2000; Consejo de Ministros de Educación, Canadá [CMEC], 1997; Consejo Curricular de Western Australia, 1998; MoNE, 2013) o en los documentos de reforma científica (NGSS Lead States, 2013; Dawson & Venville, 2009) citados en, Tekin, et al., 2016, p. 21).

De este trabajo cabe resaltar, que la población objeto de estudio con la que más se abordan CSC □como también lo concluyó Sadler (2004)□ son los estudiantes de secundaria y preparatoria, lo cual se debe, según los investigadores, a que las CSC implican el razonamiento, toma de decisiones o argumentación y como el desarrollo de estas habilidades es no es sencilla, pueden preferir estudiantes de grados o niveles superiores. Finalmente, de acuerdo con los autores, es la primera investigación en examinar el contenido de artículos relacionados con CSC y sugieren un análisis sistémico de los estudios relacionados con este tema para los próximos años.

En Taiwán, se localiza el último trabajo por relacionar, desarrollado por Chang, Chang y Tseng (2010). Aunque no es un Estado del Arte o investigación documental sobre CSC, hace el seguimiento de varios tópicos dentro de la investigación en Educación en Ciencias; es una investigación relevante e importante como antecedente, porque investiga diferentes asuntos relacionados entre sí, dentro de los cuales vale la pena resaltar: concepto científico, práctica docente, cambio conceptual, mapeo conceptual y desarrollo profesional; naturaleza de las ciencias y Cuestiones Socio-Científicas; habilidades de razonamiento y resolución de problemas.

La intención de este estudio fue realizar un análisis de contenido sobre las tendencias de desarrollo de la investigación en educación científica de artículos publicados entre 1990 y 2007, en cuatro revistas: Revista Internacional de Educación en Ciencias, Revista de Investigación en Enseñanza de las Ciencias, Investigación en Educación de las Ciencias y Educación de las Ciencias.

En esta investigación la naturaleza de las ciencias y las CSC, han ganado atención gradualmente a lo largo de los últimos años, lo cual se evidencia en el incrementado de sus

publicaciones, pasando de 55 artículos publicados en la década de 1990, hasta 137 publicados en el periodo 2000-2007.

Una vez referenciados las diferentes investigaciones antecedentes a este trabajo, se logra evidenciar la pertinencia de las CSC en la comprensión de la naturaleza de las ciencias, así como la puesta en escena de conocimientos científicos a partir del desarrollo y aplicación de estas controversias en el aula, dando relevancia al hecho de poner en práctica los conocimientos de una manera significativa como lo es la relación de conceptos con problemáticas que hacen parte del contexto de los estudiantes.

Desde lo que se pudo rastrear, es importante resaltar que en Colombia –contexto de este proyecto– no se ha realizado un acercamiento al estado actual del desarrollo investigativo en esta perspectiva. En el país se visibilizan trabajos con jóvenes y adultos, en primaria y secundaria (Quiceno y Vélez, 2011; Giraldo, Robledo y Uribe, 2014), en formación de maestros en ejercicio (Rodríguez, 2017; Olarte, 2018) y en formación inicial (Correa, 2017; Salazar y Garizado, 2017), sin embargo, pocos se refieren a Estados del Arte. El hecho de que en el país no se haya encontrado un trabajo con las pretensiones de este proyecto, hace que su alcance pueda ser novedoso y aporte a la construcción de conocimiento en torno a las CSC dentro de la enseñanza de las Ciencias, reconociéndose sus proyecciones y tendencias en la educación escolar y formación inicial docente en las áreas de las ciencias naturales.

3. MARCO TEÓRICO

El presente marco teórico, esboza una reconstrucción general de lo que se entiende por CSC identificando algunas definiciones y características claves, pero antes de ello, por ser una perspectiva que emerge del enfoque CTS/CTSA, se contextualiza los orígenes de esta línea de investigación con base en la literatura existente, se habla de su inclusión en la enseñanza de las ciencias y su adopción como propuesta o movimiento emergente en el campo de la didáctica de las ciencias naturales. Cabe resaltar, que los términos empleados en este trabajo “línea” y “enfoque”, no tiene una carga epistémica, sino que son utilizados como sinónimos.

3.1. CTS/CTSA y su relación con las CSC.

Para algunos autores (España y Prieto, 2010; Martínez y Parga, 2013a) las CSC emergen del enfoque CTSA, por ello, para entender el origen de esta perspectiva, sus proyecciones y desarrollo, es necesario realizar una contextualización histórica desde su surgimiento en este enfoque.

Durante siglos se planteaba que, con la aplicación del método científico (Observación, formulación de hipótesis, experimentación, verificación, conclusión y reporte de los resultados), la ciencia producía conocimiento netamente objetivo, el mundo entonces veía la ciencia como una actividad completamente racional y acabada (García, González, López, Luján, Martín, Osorio y Valdés, 2001).

Fue entonces a mediados el Siglo XX, que filósofos de las ciencias como Thomas Kuhn, Paul Feyerabend y Karl Popper entrarían a refutar muchos planteamientos epistemológicos que permitirían ver las ciencias desde otras perspectivas. Desde los aportes de estos filósofos, se desmantelaría la concepción de que la ciencia tiene la verdad absoluta, además que se confirmaría que los paradigmas cambian, producto de “revoluciones científicas” que se pueden dar en las ciencias.

Después de Kuhn, la historia y filosofía de la ciencia daría un giro sociologista, enfocado a que la historiografía de la ciencia ahora sea “mucho más compleja y globalizadora que la anterior, aunque irremediamente también más relativista y menos dispuesta a reconocer la especificidad

de la ciencia como generadora de conocimiento verdadero del mundo” (Solís, 1997, p.13), es entonces que con Kuhn se hace la ciencia más del común, una ciencia más natural.

Esta idea de la ciencia como construcción social, permitiría el surgimiento de varias líneas de investigación como en este caso CTS, cuyo origen se sitúa en los años 60 y 70, y donde según Quintero (2010) para ese entonces, grupos contraculturales, asociaciones pacifistas, organizaciones ecologistas y feministas, además de académicos del sector educativo, estaban en contra de la clásica imagen de la ciencia y de sus relaciones con la tecnología y la sociedad, convirtiéndose en el escenario perfecto para la búsqueda de una sensibilidad social e institucional sobre la necesidad de una regulación pública del cambio científico-tecnológico.

Los estudios sobre CTS, se entienden de acuerdo con García *et al.* (2001) “como una reacción académica contra la tradicional concepción esencialista y triunfalista de la ciencia y la tecnología, subyacente a los modelos clásicos de gestión política” (p.119). Cabe mencionar que, a este surgimiento del enfoque CTS también se atribuye el desencanto del desarrollo científico-tecnológico, acompañado de una serie de desastres provocados por los seres humanos desde los años 50 –vertidos de residuos contaminantes, accidentes nucleares en reactores civiles y transportes militares, envenenamientos farmacéuticos, derramamiento de petróleo, entre otros–, todos ellos vinculados con la ciencia y la tecnología. Estos autores –García *et al.* (2001)– mencionan que estos desastres confirman la necesidad de revisar la política pública científico-tecnológica, y con ella, la concepción de la ciencia-tecnología y su relación con la sociedad.

Después de todos estos movimientos, para la década 1980 y 1990, el enfoque CTS se define como una línea de investigación emergente, consolidada y heterogénea, con un carácter netamente crítico hacia la tradicional imagen esencialista de las ciencias y la tecnología, de ahí entonces que una de sus características principales sea precisamente su carácter interdisciplinar, por considerar otras disciplinas como la filosofía, la historia de la ciencia y la tecnología, la sociología del conocimiento científico, la teoría de la educación y la economía del cambio técnico, además de que se empieza a reflejar un número representativo de trabajos investigativos entorno al enfoque, divulgados en eventos y publicados en diferentes revistas de alto impacto, principalmente por profesores e investigadores del campo de investigación de la Enseñanza de las Ciencias (García *et al.* 2001 y Aikenhead, 2005)

Teniendo en cuenta el enfoque interdisciplinar que ha caracterizado a CTS, éste busca comprender la dimensión social de la ciencia y la tecnología, estudiar la naturaleza social del

conocimiento científico-tecnológico y sus incidencias en diferentes ámbitos –económico, social, ambiental y cultural–; de ahí entonces que su objeto de estudio está constituido desde los factores sociales que influyen en el cambio tecno-científico así como las consecuencias sociales y ambientales (Quintero, 2010). De este modo, surge la necesidad de una alfabetización científica y tecnológica encaminada hacia la participación de la ciudadanía, cuyo proceso implicaría la toma de decisiones y la resolución de problemas relacionados con la ciencia y la tecnología.

A finales del siglo XX, principios del XXI, se da un cambio en la línea, lo que implicaría comenzar a considerar directamente la comprensión de asuntos ambientales, con la pretensión de formar en conocimientos y valores y así favorecer la participación ciudadana en la toma de decisiones y el control de las implicaciones sociales y ambientales; de ahí que CTS también se conoce como CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente), donde la letra A, representa la dimensión ambiental, en el marco del tema de la sustentabilidad (Martínez, Peñal y Villamil, 2007 y Ferreira-Gauchía, Vilches y Gil-Pérez, 2011).

En síntesis, el enfoque CTS/CTSA surge producto de un movimiento que se venía entretejiendo al interior de una nueva comprensión de lo que era la Ciencia, además una serie de problemáticas sociales, políticas, económicas y ambientales a causa de desastres tecno-científicos como por ejemplo la explosión en la Central Nuclear de Chernóbil, entre muchos otros, los cuales han impactado en las sociedades, convirtiéndose en uno de los movilizadores para apuestas educativas como esta, centrada en este caso en la alfabetización científica de la ciudadanía.

3.1.1. Inclusión de CTS/CTSA en la enseñanza de las ciencias.

De acuerdo con Membiela (1997), la importancia del enfoque CTS/CTSA en la enseñanza de las ciencias aparece reflejado en los documentos de la ASE “Alternatives for Science Education” (ASE, 1979) y Education through Science (ASE, 1981) o en un documento de la NSTA (NSTA, 1982) los cuales “recomiendan una formación CTS para todos los estudiantes norteamericanos cuantificada en un porcentaje del 5% en el nivel elemental, un 15% en los cursos más bajos de la secundaria y un 20% en los más altos” (p.51).

Con la incorporación de la línea CTS/CTSA en los currículos escolares, de acuerdo con Arias (2014), se ha pretendido proyectar una educación científica más humanística, donde la enseñanza ya no se enfoque en la trasmisión de conceptos, sino que, por el contrario, sus

pretensiones apunten hacia la generación de una ciencia pensada para el contexto escolar, de mayor validez y utilidad para los estudiantes, permitiéndole tomar decisiones respecto a asuntos de la cotidianidad. Desde este enfoque, el estudiante empieza a visibilizarse como un sujeto que hace parte de la construcción de ciudadanía, lo que conlleva a la necesidad de reconocer la relación existente entre la estructura teórica, conceptual y metodológica de la ciencia, con ideologías, políticas, controversias sociales, éticas y ambientales de su contexto, desde la comprensión de la ciencia como una actividad social y cultural (Martínez y Parga, 2013b).

El enfoque CTSA en la educación científica, lo que hace es reclamar una enseñanza crítica en oposición al cientificismo y tradicionalismo predominante en la educación del siglo XX, de ahí que sus proyecciones se enmarcan en los propósitos de la alfabetización científica y la articulación de la naturaleza de las ciencias y la tecnología (Arias, 2014; Martínez y Parga, 2013b; Yalaki, 2016).

Además, la línea CTS/CTSA en el aula de clases, llega a contribuir con herramientas de trabajo y aplicación de estrategias de enseñanza y aprendizaje que permiten el desarrollo de debates y la adquisición de posturas de los estudiantes frente a temas de relevancia social. Entre los métodos y estrategias de enseñanza más utilizados se encuentran: el trabajo en pequeños grupos, el aprendizaje cooperativo, las discusiones centradas en los estudiantes, la resolución de problemas, las simulaciones y los juegos de roles, la toma de decisiones, y el debate y las controversias (Membiela, 1997). Acevedo (1996) por ejemplo, menciona algunas estrategias de enseñanza y aprendizaje usadas en el marco de CTS enfocado a la educación, entre ellas: 1) la resolución de problemas abiertos incluyendo la toma razonada y democrática de decisiones, 2) la elaboración de proyectos en pequeños grupos cooperativos, 3) los juegos de simulación y de "roles" (role-playing), 4) la participación en foros y debates, 5) las visitas a fábricas, empresas, museos, complejos de interés científico-tecnológico y parques tecnológicos, etc.

Es desde este modo, que pensar en CTSA en la enseñanza de las ciencias, abre el campo de la investigación para tratar de comprender la ciencia y la tecnología en el contexto social, con la intención de identificar maneras de formar desde y para la construcción de conocimiento y desarrollo de actitudes y valores que permitan la participación de las personas en la toma de decisiones de forma responsable, democrática y fundamentada. La línea CTSA también es considerada como un movimiento de renovación curricular, donde la ciencia es traída al mundo del estudiante como necesidad de saber, contrario a la perspectiva convencional donde el

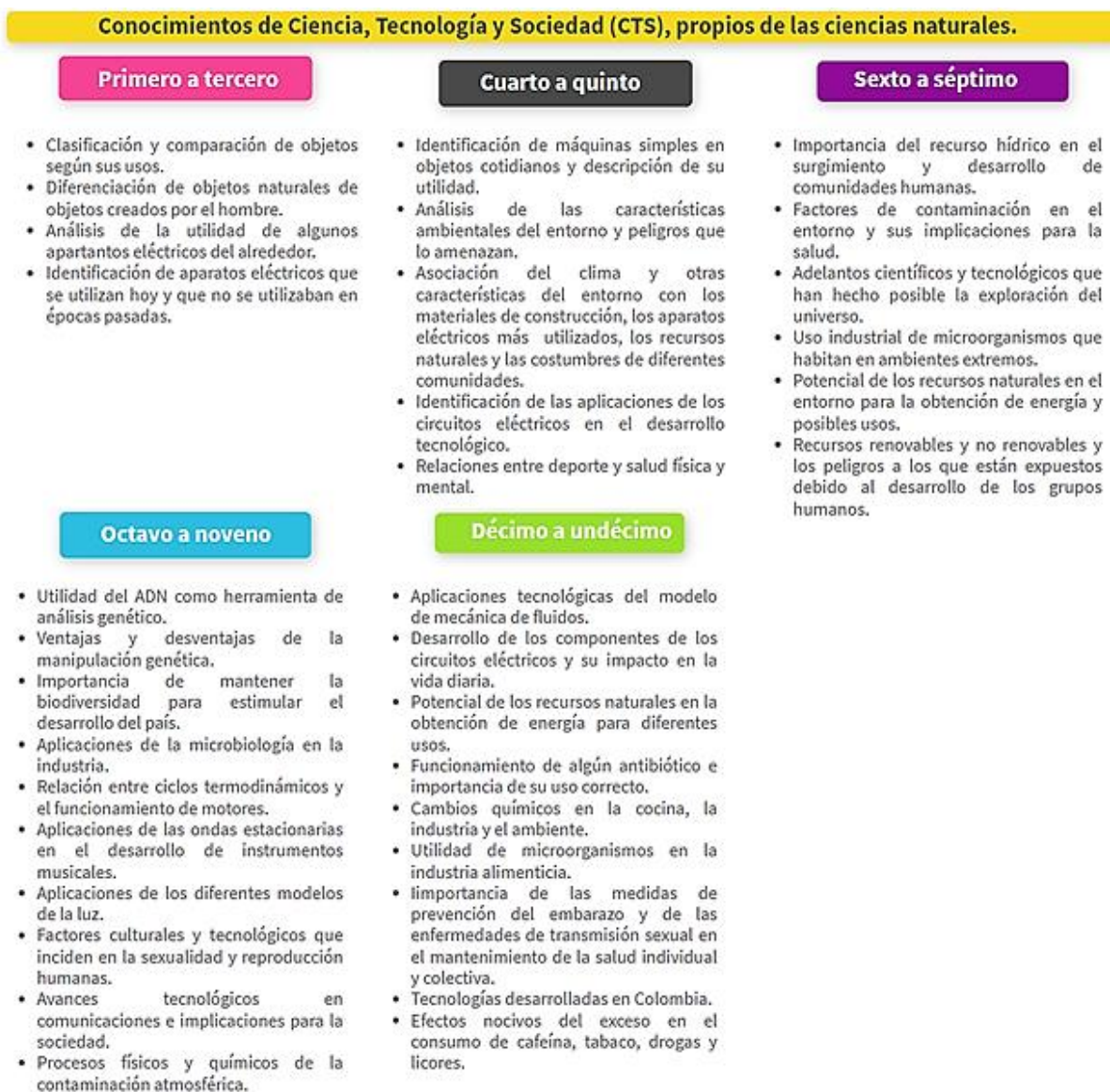
estudiante entraba al mundo de la ciencia y adoptaba la visión del científico (Aikenhead, 2005). De ahí que CTSA en el contexto curricular tiene como objetivo en la enseñanza de las ciencias, acercarla a las necesidades de los estudiantes, aproximándolos a sus contextos sociales (Oliveira, Silva-Forsberg y Menezes, 2013).

Este cambio en el currículo implicó que el conocimiento disciplinar por parte del docente, también se movilizara; ahora los docentes requieren ampliar su perspectiva de la ciencia y la tecnología desde aspectos sociales, éticos, filosóficos, morales, políticos, ambientales y económicos. Finalmente, es así como las investigaciones sobre este enfoque empiezan a centrar su mirada en la formación de profesores desde estas nuevas visiones, englobando los objetivos de dicha formación dentro de la necesidad de potenciar el razonamiento lógico y moral de los estudiantes para su participación crítica frente a situaciones relacionadas con la ciencia y la tecnología y sus correspondientes impactos en la sociedad (Martínez y Parga, 2013b; Oliveira *et al.*, 2013).

Así lo evidencian los estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales del MEN (2006), donde se observa la inclusión del enfoque CTS/CTSA en el área de ciencias naturales, entendiéndose –según este El Ministerio de Educación Nacional– como la competencia específica que permite comprender los aportes de las ciencias naturales en el mejoramiento de la calidad de vida de los individuos y las comunidades, sin dejar de vista, los peligros que pueden de una u otra manera generar los avances científicos.

En la siguiente Figura, se relacionan algunos contenidos del área ciencias naturales que desde CTS, debe desarrollarse con los estudiantes, los cuales hacen parte de los estándares del área.

Figura 2. Relación de algunos conocimientos de CTS referenciados en los estándares de ciencias naturales. Fuente. Estándares de ciencias naturales (MEN, 2006)



3.1.2. Surgimiento de las CSC como propuesta de la línea de investigación CTS/CTSA

Desde la revisión de literatura y las producciones investigativas sobre CSC en Colombia, EE. UU, Taiwán, Turquía y Brasil, se encuentra que esta perspectiva se empieza a visualizar principalmente a partir del Siglo XXI, y surge dentro de la línea CTS/CTSA como una perspectiva o propuesta de enseñanza (España y Prieto, 2010). Sus contribuciones se enmarcan desde los

objetivos expuestos por la alfabetización científica, tales como: la formación de ciudadanos capaces de intervenir, participar críticamente y tomar decisiones frente a situaciones de la cotidianidad próximas al desarrollo científico y tecnológico.

Las CSC dentro del marco de la línea CTS/CTSA, aportan al establecimiento de relaciones de la ciencia y la tecnología con su contexto social, político, ambiental, económico y cultural. Dentro de esta línea de investigación, las CSC de acuerdo con Martínez y Parga (2013a), han sido una forma de incorporar las interacciones CTS/CTSA en las prácticas de los profesores de ciencias; su aplicación lo que hace es ampliar y reconstruir la línea, lo cual se evidencia en sus objetivos por proyectarse dentro del objeto de investigación del campo.

Por su parte, Zeidler, Kimberly, Walker, Ackett y Simmons (2001) contrario a los planteamientos de Martínez y Parga (2013a), indican que las CSC se separan de esta línea porque además de ofrecer todo lo que CTS/CTSA tiene, incorpora factores tanto de la dimensión ética de la ciencia, el razonamiento moral y el desarrollo emocional del estudiante. A este planteamiento Bossér (2018) agrega que las CSC se superponen a los alcances de la línea CTS/CTSA, porque se centra en el estudiante en el sentido de que los temas tratados son relevantes para él y le invita a participar en la negociación de problemas a través de diversas actividades basadas en el discurso, lo que permite que el estudiante haga uso de sus experiencias personales, adopte posiciones frente al problema desde su punto de vista y ponga en práctica conocimientos científicos adquiridos desde la relación de estos con el problema y reflexiones acerca de las soluciones posibles.

Desde estos planteamientos en cuanto a las CSC como perspectiva inscrita aún dentro del enfoque CTS/CTSA (Martínez y Parga, 2013a, 2013b y Oliveira *et al.*, 2013) o como nuevo movimiento que se independiza de dicho enfoque (Zeidler *et al.*, 2001 y Bossér, 2018), se hace relevante revisar el desarrollo de estas cuestiones en Colombia.

3.2. Las CSC y sus principales características

De acuerdo con algunos autores (Kolstø, 2001; Sadler, 2004; Zeidler & Nichols, 2009; Jiménez-Aleixandre, 2010; España y Prieto, 2010 y Torres, 2011) las CSC se definen como dilemas, controversias o cuestiones, que involucran problemáticas sociales y éticas que conllevan al debate y hacen que los individuos tomen posturas frente a un problema, requiriendo para ello el uso de conocimientos de la ciencia y otras disciplinas, incluso del razonamiento moral y ético.

Algunos de los autores citados anteriormente, resaltan la importancia de estas cuestiones en cuanto a su relación con los avances de la ciencia, la tecnología, y los problemas derivados de su aplicación. Como ejemplos de CSC encontramos: experimentación y maltrato animal, clonación, uso de agroquímicos, cultivos transgénicos, fracking, minería, uso de energía nuclear, utilización de antibióticos para la producción animal, fumigaciones aéreas de cultivos, entre otros.

En este sentido, otros autores como Sadler (2013), Martínez y Parga (2013b), Díaz y Jiménez-Liso (2012), Solbes (2013) y Bossér (2018) destacan de las CSC el hecho de que posibilitan el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, la toma de decisiones y la argumentación, ya que, cuando se trabaja en el aula análisis de situaciones controversiales, suele provocar diversas reacciones en los estudiantes, lo que les incita a tomar posturas y examinar las causas, consecuencias, ventajas y desventajas, pros y contras de la posición asumida.

Por su parte Henao (2019), también alude que las CSC son una perspectiva que posibilita el desarrollo de procesos argumentativos, además de que permite una formación sociopolítica —planteada por la autora desde Hodson (2003, 2013)—, la cual se enfoca a la formación de ciudadanos que valoren razonablemente los aportes científicos y tecnológicos, ciudadanos comprometidos con acciones que Romero, Henao y Barros (2013) denominan “civilidad”, haciendo alusión a una formación que va más allá de la ciudadanía, que permita la emancipación, es decir una “espacio para el despliegue de sujetos políticos que puedan desempeñar un papel de intervención en el mundo cultural, social, político y científico” (p. 27). Bajo esta perspectiva, la formación sociopolítica es una “formación en democracia participativa y deliberativa, es decir, en y para la toma de decisiones informadas y fundamentadas” (Henao y Stipcich, 2008, p. 59).

Por otro lado, suele resaltarse el hecho de que abordar CSC requiere de la inclusión de aspectos acerca de la naturaleza de las ciencias (NdC) y la tecnología y su influencia en la sociedad y el ambiente. Esta inclusión de la NdC en las CSC contribuye a la alfabetización científica, y de cierto modo, según Sadler, Chambers y Zeidler (2002), es como si la NdC y las CSC estuvieran asociadas implícitamente la una con la otra, lo cual se debe a que cuando el estudiante conceptualiza desde la discusión de un tema socio-científico, empieza a influir su concepción sobre la NdC en la toma de decisiones con respecto al problema en cuestión.

Desde las definiciones y características anteriores, se destaca que no hay una definición única que enmarque todas los atributos de esta perspectiva; las definiciones descritas son caracterizadas desde la relación de las CSC con: la alfabetización científica, la naturaleza de las

ciencias, la toma de decisiones utilizando conocimiento científico, el desarrollo del pensamiento crítico, los vínculos con la dimensión ética de la ciencia, el razonamiento moral y el desarrollo emocional del estudiante, la generación de discusiones y el uso de argumentos, la socialización de controversias socio-científicas dentro de la sociedad y la concientización y sensibilización ambiental.

En la Tabla 1, se sintetizan las características de estas cuestiones, abordadas desde los planteamientos de los autores citados anteriormente (Sadler *et al.*, 2002; Henao y Stipcich, 2008; Díaz y Jiménez-Liso, 2012; Sadler, 2013; Romero *et al.*, 2013; Martínez y Parga, 2013b; Solbes, 2013; Ratcliffe, y Grace, 2003; Bossér, 2018 y Henao, 2019) y se tienen en cuenta las ideas de Ratcliffe y Grace (2003) sobre las características de las CSC.

Tabla 1. Características de las CSC.

Las Cuestiones Socio-Científicas (CSC)
● Tienen una base científica
● Involucran la formación de opiniones.
● Son frecuentemente divulgadas por los medios de comunicación.
● Pueden tener evidencias científicas o sociales incompletas.
● Se pueden abordar las dimensiones locales, nacionales y mundiales.
● Involucran valores y razonamientos éticos.
● Se relacionan directamente con la ciencia y/o la tecnología
● Permiten la comprensión y aplicación de conceptos (químicos, biológico, físicos, ambientales y éticos)
● Estimulan la toma de posturas desde la ética y la moral
● Permiten la comprensión de aspectos de la naturaleza de las ciencias
● Contribuyen a la alfabetización científica
● Posibilitan el desarrollo de habilidades de razonamiento crítico y argumentativo
● Abordan problemas locales y globales
● Permite la toma de decisiones
● Generan debate y favorecen la participación
● Son controversiales

● Promueven la sensibilización ambiental
● Comprenden aspectos de la naturaleza de las ciencias
● Permiten el intercambio de ideas y la libre expresión
● Posibilitan la formación sociopolítica

4. METODOLOGÍA

En virtud de los objetivos propuestos para la realización de este proyecto de investigación, el enfoque desde el cual se referencia este trabajo es el cualitativo y como estrategia metodológica se plantea el Estado del Arte, un tipo de investigación documental, referenciado desde las autoras Hoyos (2000) y Galeano (2003, 2018).

A través de esta estrategia se pretende dar cuenta del saber acumulado existente sobre las CSC en Colombia, producido entre los años 2000 y 2018. En este capítulo entonces, se describe el paradigma acogido para este trabajo, la metodología de investigación que se utiliza, así como las técnicas e instrumentos que hacen parte del proceso metodológico a desarrollar.

4.1. Investigación cualitativa

Este trabajo se enmarca en el paradigma cualitativo, el cual, de acuerdo con Galeano (2003, 2018) y Creswell (2010), tiene como finalidad comprender la realidad desde la perspectiva de los diferentes actores que la construyen y/o interpretan. Los estudios cualitativos se caracterizan por valorar lo subjetivo y lo vivencial, además, su perspectiva holística le permite al investigador, estimar los escenarios, las personas, los contextos, los grupos y las organizaciones sin reducirlas a variables, sino considerándolos como un todo.

Dentro de este paradigma, el trabajo a realizar se sitúa en la tradición hermenéutica, por proyectarse hacia la comprensión de las producciones científicas sobre CSC en la educación en ciencias en Colombia. El término hermenéutica proviene del verbo griego “interpretar” y su propósito se orienta a la comprensión de palabras, escritos, textos, así como cualquier otro acto u obra humana; pero sin perder la singularidad del contexto del que forma parte (Galeano, 2018).

4.2. Investigación documental: Estado del Arte

En sociología, según Galeano (2018), los primeros autores que versan sobre la investigación documental fueron Karl Marx, Max Weber y Emilio Durkheim; ellos hicieron uso de fuentes documentales para soportar sus trabajos y hoy en día se ha venido consolidando como una metodología de investigación que se caracteriza por ser una fuente de información numérica y no numérica, que exige la triangulación de información, la búsqueda de matices antes no tenidos

en cuenta para comprender los textos y “hacerlos hablar” desde “entrevistas” realizadas a estos. Esta estrategia metodológica se caracteriza por permitir conocer lo que viene circulando en el medio académico en periodos de tiempo específico, con relación al tema u objeto de estudio que se pretende abordar.

Desde el paradigma cualitativo, Galeano (2018) menciona que “la investigación documental no solo es una técnica de recolección y validación de información, sino que constituye una de sus estrategias” (p.114). La autora sostiene que lo que hace que esta sea una estrategia metodológica, es el hecho de que tiene unas particularidades y características propias que hacen parte de los diseños de proyectos de investigación, como lo es la manera de obtener, analizar e interpretar la información.

Un tipo de investigación documental es el Estado del Arte, desde el cual, de acuerdo con Hoyos (2000); Galeano y Vélez (2002) y Galeano (2018), lo que se pretende es recuperar reflexivamente el conocimiento existente sobre determinado objeto de estudio, a partir de una delimitación temporal y espacial que el investigador establece desde el inicio. De ahí entonces que la finalidad de este tipo de investigación, es dar cuenta de lo que se viene investigando sobre un tema, señalando los vacíos y necesidades, así como las interpretaciones de diferentes autores sobre el fenómeno o asunto que se desea estudiar, desde donde se hace explícita la postura teórica y metodológica de las diferentes investigaciones, las percepciones de los autores, su forma de abordar el objeto de estudio y el tipo de conclusiones a las que han llegado (Galeano, 2018).

El Estado del Arte se inscribe, en la tradición hermenéutica y la teoría fundamentada (Galeano, 2018). Se dice que la hermenéutica es el elemento estructurador del proceso de construcción de los Estados del Arte, por facilitar la interpretación y la comprensión del sentido de los textos. Esta tradición precisamente permite comprender y transformar el fenómeno de estudio desde los referentes más inmediatos, posibilitando enlazar la descripción, explicación y construcción teórica (Hoyos, 2000). Con respecto a la teoría fundamentada, su principal aporte al Estado del Arte se da desde el método de comparación constante entre los contenidos de los documentos y la construcción teórica (Galeano, 2018). El objetivo de este método es dar forma al abordaje teórico y depurar conceptos y significados desde el rastreo de categorías y subcategorías, que se incorporan en el proceso de análisis (Padilla, Vega y Rincón, 2014).

4.2.1. Proceso metodológico del Estado de Arte

Desde la perspectiva de Galeano (2018), el Estado del Arte “comparte métodos y técnicas desarrolladas por la estrategia investigación documental” (p.70), convirtiéndose en la principal razón por la cual este trabajo se desarrolla basado en el proceso metodológico de la investigación documental que propone esta autora y la metodología del Estado del Arte propuesto por Hoyos (2000). Para Galeano (2018), el proceso metodológico consta de tres momentos (diseño, gestión e implementación y comunicación de resultados); por su parte para Hoyos (2000), son cinco fases (fase preparatoria, fase descriptiva, fase interpretativa por núcleo temático, fase de construcción teórica global, fase de extensión y publicación) las que dan forma a este modo de hacer investigación.

Para el caso de la presente investigación, se tuvo en cuenta las propuestas de ambas autoras, para lo cual se realizó un encuadre entre estas perspectivas metodológicas, manteniendo como estructura base, la propuesta de Galeano (2018). La razón de incluir las propuestas de ambas autoras, se debe básicamente a la complementariedad que, desde la perspectiva de cada una, se puede dar. Desde Galeano (2018) se ha logrado un acercamiento inicial para comprender qué es un Estado del Arte, los orígenes de la estrategia metodológica denominada “Investigación documental”, así como las ventajas y limitaciones de esta. En esta obra, la autora desarrolla un subcapítulo entorno a los Estados del Arte, refiriéndose a ellos como una modalidad de la investigación documental. Por su parte, Hoyos (2000), es más explícita sobre la aproximación metodológica y teórica de los Estados del Arte, y presenta una guía práctica para la construcción de los mismos.

A continuación, se describe el proceso metodológico y las decisiones tomadas en el transcurso del desarrollo de la investigación.

4.2.1.1 Momentos de la investigación

Los momentos que hacen parte del desarrollo de este trabajo son tres: diseño, gestión e implementación y socialización, los cuales se describen a continuación.

Momento I: Diseño

Como punto de partida, se definió el tema y objeto de estudio de la investigación, y se llevó a cabo una revisión de antecedentes con la intención de delimitar el trabajo a nivel conceptual, temporal y espacial, al mismo tiempo que, se rastrearon y analizaron otras investigaciones documentales (Estados del Arte, revisiones sistémicas de literatura u otras relacionadas) que habían abordado asuntos referentes a las CSC, con el propósito de reconocer los trabajos existentes enmarcado entre las pretensiones y estrategias metodológicas de la presente investigación.

Una vez construidos los antecedentes y definido el objeto de estudio de la investigación, se prosiguió a la búsqueda de material bibliográfico a partir de dos criterios principales: 1) que fueran investigaciones sobre CSC desarrolladas en Colombia entre los años 2000 y 2018 , y 2) que el tipo de texto de las investigaciones identificadas fuera: artículos de investigación, memorias de congreso o trabajos de grado de pregrado y posgrado.

Esta búsqueda se realizó en diferentes bases de datos y motores de búsqueda, revistas especializadas, repositorios de trabajos de grado de universidades, así como en actas de congresos, foros y simposios en educación en ciencias, desde donde se rastrearon diferentes investigaciones recientes y/o en curso. En la Tabla 2, se encuentran relacionadas las fuentes revisadas desde las cuales se identificaron los respectivos trabajos que hacen parte de este proyecto.

Tabla 2. Fuentes desde las cuales se realizó rastreo de trabajos de investigación sobre CSC.

Fuente	Nombre
Bases de datos	Ebsco, DOAJ, DialNet, Emerald, Eric, Science Direct y Scielo
Revistas especializadas	Enseñanza de las Ciencias, Eureka, Zona próxima, Innovación Educativa, Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía, Revista científica, Bio – grafía, Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, Revista Tecné, Episteme y Didaxis, Praxis & Saber, Uni-pluri/versidad, Latinoamericana de Estudios

	Educativos, Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista, Luna Azul y Enseñanza de las Ciencias
Repositorio de trabajos de grado de universidades	Universidad de Antioquia, Universidad del Valle, Universidad pedagógica Nacional, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad Nacional de Colombia y el Instituto de Educación y Pedagogía
Motores de búsqueda	Google Scholar y Windows Live Academic.
Actas de congresos, foros y simposios en educación en ciencias	Congreso EDUCYD, Congreso Tecné, Episteme y Didaxis, X Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias y primer Foro De Experiencias Didácticas sobre CSC

Como parte de este momento, se elaboró una ficha instrumental en Google formularios, cuyo proceso, contenido y características, son abordados más adelante en la descripción de las técnicas e instrumentos utilizados en la investigación.

Momento II: Gestión e implementación

El segundo momento comprendió el trabajo de campo, donde se seleccionó, clasificó y valoró los diferentes textos identificados a partir de la lectura de los títulos, resúmenes, introducción y palabras claves. Luego de ser seleccionados los trabajos a analizar, a través de bitácoras, se registraron las observaciones y comentarios sobre los estudios encontrados, con el fin de hacer memoria de su importancia para este proyecto de investigación, así como las razones y fundamentos de su elección. Luego, se realizó una descripción detallada de cada documento a través de una ficha instrumental elaborada en formato digital en Google formularios. La información recolectada en esta ficha fue analizada en la versión gratuita del software Atlas Ti versión 8, desde el cual se realizó levantamiento de categorías y códigos, así como lecturas cruzadas y comparativas de la información recopilada en la ficha, para de esta manera poder dar cuenta de tendencias, patrones, vacíos, recurrencias, logros obtenidos, convergencias,

limitaciones, dificultades, divergencias conceptuales, metodológicas y conclusivas de estos trabajos.

Momento III: Socialización

El tercer y último momento, está relacionado con la comunicación de los resultados a través de la publicación del trabajo en artículos de revista, ponencias o cualquier otro medio, pero antes de dicha publicación, desde los aportes de Galeano (2018), se realizó una socialización y triangulación de los resultados con un grupo de expertos, con la intención de validar por consenso la difusión de la investigación.

4.2.2. Técnicas e instrumentos de recolección de información

En los estudios documentales, la mayoría de la información clave para el proceso investigativo está escrita, y el acceso a ella se realiza metafóricamente mediante la entrevista (Galeano, 2018), donde el investigador le hace preguntas no a personas, sino a los textos, buscando que estos les den respuesta a sus objetivos. Para acceder a ese conocimiento, es necesario la revisión de documentos y/o textos, lo cual se facilita con el uso de algunas técnicas e instrumentos para rastrear y ubicar la información y seleccionar la que sea relevante (Cázares, Christen, Jaramillo, Villaseñor y Zamudio, 1999)

A continuación, se describen las técnicas utilizadas en el desarrollo de este trabajo de investigación:

Para la búsqueda, selección y análisis de la documentación.

Bola de nieve: Es una técnica de búsqueda —también conocida como cadena—, donde a partir de una fuente se espera llegar a otras (Martínez-Salgado, 2012). Para esta investigación, las fuentes fueron los estudios desarrollados en Colombia que abordan CSC, de ahí entonces que, una vez identificados los primeros documentos, a través de la bibliografía de estos, se logró llegar a otros estudios, teniendo así acceso a la mayor cantidad de documentos posibles sobre investigaciones en el tema.

Otra forma de aplicación de esta técnica para acceder a conocimiento producido entorno a las CSC en el país, fue a través de los grupos de investigación registrados en Colciencias; a través del sitio web de la entidad se filtraron aquellos grupos que trabajan en el campo de la didáctica de las ciencias, y desde el GrupLAC de cada uno de ellos, se accedió al CvLAC de los integrantes de estos grupos para identificar sus posibles relaciones con las CSC, ya sea como evaluadores, asesores o autores de proyectos de investigación. Desde la hoja de vida de estos integrantes, se identificaron los trabajos relacionados con el interés de este proyecto y se realizó la búsqueda de estos estudios a través de la Web. Cuando no fue posible acceder a ellos, se procedió al contacto de los autores vía e-mail para solicitar una copia de estos documentos.

Revisión documental: Esta técnica, de acuerdo con Galeano (2018) y Creswell (2010), facilita el rastreo, ubicación, inventario, selección y consulta de las fuentes y documentos que se utilizarán como materia prima de la investigación. En esta revisión de fuentes, es necesario realizar un inventario de estas con su descripción bibliográfica, datos sobre el sitio donde reposa el material (base de datos, revista, repositorio institucional de trabajos de grado...) y una selección de los textos que aplican para la investigación.

En esta técnica de la revisión documental, al consultar, leer y clasificar por temas los diferentes textos identificados para la investigación, se vinculan los procesos de selección y análisis documental, por lo que los anteriores autores recomiendan hacer la revisión de manera sistemática y registrar los datos en fichas instrumentales.

Estas fichas, de acuerdo con Hoyos (2000), son consideradas como instrumentos de investigación clave para el desarrollo de los Estados del Arte y lo que hacen es relacionar factores e indicadores basados en aquellos aspectos de los documentos a tener en cuenta por su relevancia para el análisis en la investigación. Estos factores son definidos como los elementos destacados por la reseña en los documentos o textos que harán parte del análisis; de estos factores surgen los indicadores.

Entre los factores e indicadores propuestos por la autora, se tuvieron en cuenta algunos de ellos para la construcción de la ficha instrumental de este trabajo, estos fueron complementados con elementos puntuales del tema de investigación, entre estos factores, la ficha instrumental contiene: información básica del documento revisado (título, autores, año de publicación, entre otra), el tipo de texto (Artículo, Memoria de Congreso o trabajo de grado), información en cuanto

a la delimitación contextual, resumen, palabras claves, problema y objetivos de la investigación, referentes teóricos de la CSC abordados, información sobre el paradigma y estrategia metodológica utilizados en la investigación, los principales resultados, conclusiones y recomendaciones, así como un último apartado llamado análisis preliminar, el cual contiene varias preguntas que se respondían en la medida que se leían y abordaban los documentos revisado,

Esta ficha instrumental fue adaptada y elaborada en Google formularios por la facilidad que brinda esta herramienta a la hora de revisar la información consignada de cada uno de los textos consultados, posibilitando descargarla en formato PDF y Excel, además de que cuenta con la posibilidad de graficar automáticamente los datos que provienen de preguntas de selección múltiple con única respuesta, o datos numéricos.

4.2.3. Análisis de la información

Las técnicas e instrumentos de análisis son considerados como una ayuda a la sistematización, cuyo propósito es la inferencia de conocimiento desde una aproximación empírica de análisis de textos metodológicamente controlados, siguiendo reglas analíticas de contenido y modelos paso a paso, sin que exista una cuantificación (Mayring, 2000, citado en Cáceres, 2003).

Este trabajo, se centra en el análisis de contenidos, entendido este como una técnica de interpretación de textos, la cual permite extrapolar la estructura de la comunicación (composición, organización, dinámica), el contexto en el cual se produce la información y la construcción de categorías, así como la contextualización de la información (Abela, 2002).

Galeano (2018), basada en los planteamientos de Navarro y Díaz (1995), propone un procedimiento metodológico, del cual se destacan los siguientes puntos:

Definición de las unidades de registro y análisis: Estas unidades vienen siendo las partes del contenido sobre los cuales se realiza el análisis; representan los principales datos de la investigación para procesar, pero ajustándose a los requerimientos del investigador (Cáceres, 2003).

Una unidad de registro y análisis entonces puede ser, palabras, temas, párrafos, conceptos, símbolos semánticos y otros; pero esta se debe reconocer, sin el desligamiento de lo que es la unidad de contexto, la cual viene siendo en una comunicación escrita, el pasaje donde se encuentra

la unidad de registro, es decir, los lugares concretos del texto donde aparecen las unidades de registro, con miras a determinar sus concurrencias con otras unidades.

Las diferentes unidades de registro y análisis fueron definidas desde la versión gratuita de Atlas Ti versión 8; en este software estas unidades son conocidas como citas, las cuales en su conjunto permitieron comprender y analizar los principales hallazgos que hicieron parte de los resultados de este trabajo.

Codificación y categorización de los datos: Una vez determinadas las unidades de registro que serán analizadas, se realiza la codificación de los datos; proceso que consiste en revisar las unidades de registro y agrupar por códigos todas aquellas que se relacionan según el tema, conforme a las reglas de análisis. La codificación permite determinar la presencia o ausencia de unidades concretas, su frecuencia y su intensidad (Galeano, 2018), y posibilita la fragmentación, conceptualización e integración de los datos para formar teoría (Strauss y Corbin, 2016).

En este proceso de codificación y categorización de los datos, se materializa lo que al inicio se indicaba desde los autores Padilla, et al. (2014) con respecto a la teoría fundamentada y sus aportes desde el método de comparación constante al Estado del Arte, conectándose así esta metodología, con la forma de codificación y categorización desarrolladas en la presente investigación.

Inicialmente, esta codificación se realizó a partir de palabras claves o códigos que surgieron de cada una de las unidades de análisis o citas de Atlas Ti; una vez identificadas estas palabras, se realizó la categorización, la cual consistió en clasificar las unidades de registro —ya codificadas e interpretadas en sus correspondientes unidades de contexto— según las similitudes y diferencias halladas, las cuales luego pasaron a formar subcategorías y que más tarde se agruparon por categorías.

En la Tabla 3 se relaciona cada una de las categorías y subcategorías emergentes en el proceso investigativo, a la vez que se relaciona su definición para este trabajo de investigación.

Tabla 3. Categorías y subcategorías emergentes del trabajo de investigación.

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA
<p>Desarrollo de habilidades discursivas y críticas</p> <p>Hace referencia a los procesos epistémicos de construcción del conocimiento que buscan promover un discurso en el cual se trascienda de la formulación de ideas/posturas o puntos de vista de forma ingenua a una más razonada y justificada.</p>	<p>Argumentación:</p> <p>Según Jiménez–Aleixandre (2010) se entiende la argumentación como una herramienta que permite evaluar el conocimiento científico basándose en pruebas, todo ello bajo la premisa de que las ideas hay que justificarlas para trascender de opiniones a argumentos.</p> <p>Pensamiento crítico</p> <p>Según Yager (1993, citado en Torres y Solbes, 2016), el pensamiento crítico está asociado a la capacidad que puede desarrollar un individuo para elegir racionalmente y con juicio fundamentado su posición frente a diversas problemáticas, planteamientos y situaciones a las que puede exponerse.</p>
<p>La educación científica y tecnológica para la participación ciudadana</p> <p>Hace referencia a la educación científica y tecnológica que hace posible la participación ciudadana en la toma de decisiones con respecto a cuestiones relacionadas con la</p>	<p>Alfabetización científica y tecnológica</p> <p>De acuerdo con Shen (1975), la alfabetización científica es un tipo de formación que incita al ciudadano del común pensar en temas relacionados con la ciencia y tecnología tomar postura crítica</p>

ciencia y tecnología que impactan la vida cotidiana, desde la necesidad de entender el conocimiento científico como una construcción social y cultural.

frente asuntos relacionados con ella, su objetivo está enfocado a permitir que el ciudadano sea más consciente de la ciencia y de las cuestiones que con ella se relaciona, así como lograr diferenciar lo no técnico de lo técnico, lo subjetivo de lo objetivo, y utilizar plenamente los conocimientos científicos sin sentirse abrumado por ellos.

Naturaleza de las ciencias

Comprende temas relacionados de historia, sociología y filosofía de la ciencia los cuales vinculan la posibilidad de entender el funcionamiento interno y externo de las ciencias, saber qué es, cómo se construye y desarrolla el conocimiento que se produce, identificar los métodos empleados, conocer el qué y para qué de las actividades científicas, la epistemología de las ciencias y los valores implicados en las actividades científicas (Aikenhead, 2003; Allchin, 2004; Ogunniyi, 2007; Spector, Vázquez, Acevedo y Manassero, 2004; entre otros, citados en Acevedo, 2008).

Formación sociopolítica

Hace alusión a la formación de niños y jóvenes como ciudadanos activos, con responsabilidad social y moral en la cultura política, dotados de habilidades para discutir, tomar decisiones y actuar de forma

respetuosa, valorando la opinión de los otros (Hodson, 2004, 2010).

CSC del contexto de los estudiantes y su incidencia en la motivación por aprender

El contexto juega un papel importante en la enseñanza de las ciencias, en este caso desde el abordaje de CSC, por lo que es mediante este que los estudiantes pueden relacionar desde sus realidades las problemáticas de su entorno con los conceptos propios de las ciencias naturales, permitiendo un mayor interés de los estudiantes por querer saber que ocurre, las causas y consecuencias de estas problemáticas en sus realidades, permitiendo la interrelación de nuevos conocimientos con los conocimientos que tienen los estudiantes desde sus vivencias diarias, desde su contexto (Montoya y Tobón, 2016)

Integración curricular

Contexto socio-escolar

Referido al espacio donde conviven y se relacionan los estudiantes. Este incluye aspectos culturales, familiares, el nivel socioeconómico, la organización escolar, el barrio, vereda, municipio o ciudad, todo lo relacionado y que es cercanos a la vida cotidiana de los estudiantes (Valle, González, Cuevas y Fernández, 1998 y Montoya y Tobón, 2016).

Motivación

De acuerdo con García y Doménech (2014), la motivación es “la palanca que mueve toda conducta, lo que nos permite provocar cambios tanto a nivel escolar como de la vida en general.” (p. 1). Es el proceso que permite lograr los objetivos o metas de una actividad, ya sea física o mental (Boza y de la O Toscano, 2012).

Apelando a la definición textual de Illán y Pérez (1999) se entiende por Integración Curricular:

[...] una modalidad de diseño del currículo, fundamentado en la concurrencia/colaboración/interconexión de los contenidos de varias disciplinas, para

abordar un aspecto de la cultura escolar, a través de un modelo de trabajo cooperativo de profesores que incide, a su vez, en la metodología, en la evaluación y en el clima general del centro. (Citado en Illán y Molina, 2011, p. 21).

Actividades de aula vinculadas

Las actividades de aula son recursos, instrumentos de razonamiento, empleados por los docentes para que sus estudiantes aprendan, adquieran o construyan el conocimiento disciplinario propio de una materia o asignatura (Penzo, Fernández, García, Gros, Pagés, Roca, Vallés y Vendrell, 2010).

Dificultades y límites del trabajo con CSC

Hace referencia a los problemas con los cuales los autores de investigaciones sobre CSC se encontraron durante el desarrollo de sus trabajos.

4.2.3.1. Triangulación de la información

La triangulación en investigación, de acuerdo con Cisterna (2005), corresponde a la acción de reunir y cruzar diferentes teorías, datos, información que surge del objeto de estudio investigado después de la aplicación de diferentes métodos e instrumentos, constituyendo así el corpus de los resultados de la investigación. En este trabajo se pretende, desde la triangulación de los hallazgos con el marco teórico y con un grupo de expertos sobre el tema, comparar y analizar los resultados, posibilitando la elaboración de conclusiones con respecto al objetivo inicialmente planteado para el proyecto.

A continuación, se definen las formas de triangulación abordadas en el presente trabajo:

Triangulación teórica: Esta triangulación es importante para el proceso de construcción de conocimiento que toda investigación debe aportar, puesto que al triangular la información con el marco teórico, se incita a retomar las discusiones bibliográficas y desde allí se empiezan a producir nuevas discusiones, llevando al investigador a pensar en interrogaciones reflexivas sobre lo que plantea la literatura (Cisterna, 2005) y lo que se ha encontrado desde el análisis documental, en las diferentes categorías descritas en el informe final. Esta triangulación según el autor citado, le da a la investigación el carácter de cuerpo integrado y el sentido de total significación.

Triangulación con expertos: Después del informe construido con cada categoría producto de la aplicación de la técnica análisis documental, se trianguló los hallazgos con un grupo de expertos (a través de medios virtuales), es decir, con personas con experiencia en el desarrollo de investigaciones sobre CSC en Colombia, con la intención de socializar los resultados de la investigación y poder desde el debate, enriquecer los mismos y validarlos. Para llevar a cabo dicha triangulación, se revisó la técnica denominada en este trabajo como Delphi-focal, la cual es una aproximación a las técnicas: método Delphi y al grupo focal.

El método Delphi consiste en la selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre una situación, tema o problema, con la intención de obtener un consenso del grupo consultado. La información obtenida luego es procesada y permite su transformación desde las apreciaciones individuales de los expertos en un juicio colectivo superior (Astigarraga, 2003; García y Suárez 2013). En general, el método Delphi requiere que sea interactivo, que haya retroalimentación entre los expertos y es necesario la individualidad para las respuestas, de ahí que estos invitados, “son sometidos individualmente a una serie de cuestionarios en profundidad que se intercalan con retroalimentación de lo expresado por el grupo y que, partiendo de una exploración abierta, tras las sucesivas devoluciones, producen una opinión que representa al grupo” (Reguant-Álvarez y Torrado-Fonseca, 2016, p. 88).

Sin embargo, en el marco de la presente investigación, el cuestionamiento individual se dio dentro de un grupo de expertos y en una sola sesión, dado a que no se utilizaron entrevistas previas, sino que todo el proceso de acercamiento y socialización de los resultados, se pretendía hacer en un solo encuentro, de ahí que fue necesario complementar esta técnica con el grupo focal.

Éste último se define como un “un espacio de opinión para captar el sentir, pensar y vivir de los individuos, provocando auto explicaciones para obtener datos cualitativos” (Hamui-Sutton y Varela-Ruiz, 2013, p.56), y se basa en una entrevista previamente elaborada realizada por un moderador, quien se encarga de guiar las preguntas colectivas. La intención es que las personas del grupo discutan en torno a las características y las dimensiones del tema propuesto para la discusión (Mella, 2000).

Por las pretensiones iniciales de la presente investigación, en cuanto a socializar los resultados de la investigación con expertos en CSC, se ha aprovechado las cualidades de ambas técnicas □ método Delphi y grupo focal □, con la primera técnica se logra obtener información valiosa de expertos que puede ser de gran relevancia para la investigación, permite la formación de criterios desde el aporte de los expertos, así como la identificación de tendencias sobre los resultados de la investigación socializados.

Del grupo focal, se retoman algunos elementos como la posibilidad de interacción entre los participantes, la “auto confesión” que se logra al debatir un tema dentro del grupo, la presencia de personas del mismo ámbito y perfil académico, la confianza que se genera en el diálogo en torno al tema a socializar, el carácter abierto y no directivo de la conversación, permitiendo la flexibilidad a nuevos temas no contemplados previamente por el investigador y la libertad de los participantes para responder o no a las cuestiones planteadas (Calvente y Rodríguez, 2000). No obstante, es de resaltar que, para la triangulación con expertos no se trataba de generar una dinámica a modo de entrevista, de ahí la combinación de ambas técnicas □ método Delphi y grupo focal □, debido a que la intención era escuchar a cada experto, desde lo que tenía para aportar por su experiencia y trayectoria investigativa, además, todo el proceso de discusión sobre a los resultados de la investigación se desarrolló en una sola sesión.

De ahí entonces que las anteriores características permitieron la conjunción de ambas técnicas que para efectos del trabajo ha sido llamado en esta investigación como técnica Delphi-focal. En los resultados de la presente investigación, los materiales que se derivan de la aplicación de esta técnica, se identifican con los siguientes códigos, (DF- NOMBRE UNIVERSIDAD), los cuales referencian la técnica Delphi focal (DF) y la universidad de la cual hace parte el experto invitado.

Aplicación de la técnica Delphi-focal:

Una vez se obtienen y analizan los resultados de la investigación, se contacta los expertos en la perspectiva o tema de investigación objeto de estudio, generalmente, producto de los resultados en cuento a las universidades que más investigan sobre el tema.

La adecuación que se ha realizado a las técnicas de base plantea una conversación dirigida entre actores que cumplen diferentes roles: un expositor, un moderador y los expertos invitados. El moderador es quien, en el encuentro, hace una breve introducción sobre lo que trataría la sesión, los tiempos y manera de participación, presenta los integrantes de la investigación y expertos invitados y socializa la agenda de trabajo, además, es el encargado de darle la palabra a todos los integrantes de la reunión.

El expositor/es, es quien conoce de los resultados de la investigación, el cual, una vez el moderador le da la palabra, tiene como papel la presentación del asunto en cuestión a los expertos invitados, con quienes se comparte algunas preguntas sobre aspectos que el investigador quisiera resaltar, debatir o consultar, así como otros asuntos que los expertos invitados consideren importantes.

El papel de los expertos invitados es escuchar al expositor/es para aportar desde su experiencia investigativa a la validación de los hallazgos de la investigación. En algunas ocasiones se puede partir de preguntas preelaboradas, así como una participación abierta, lo importante es poder conocer la perspectiva del investigador, y que sus aportes permitan profundizar en los hallazgos del trabajo realizado.

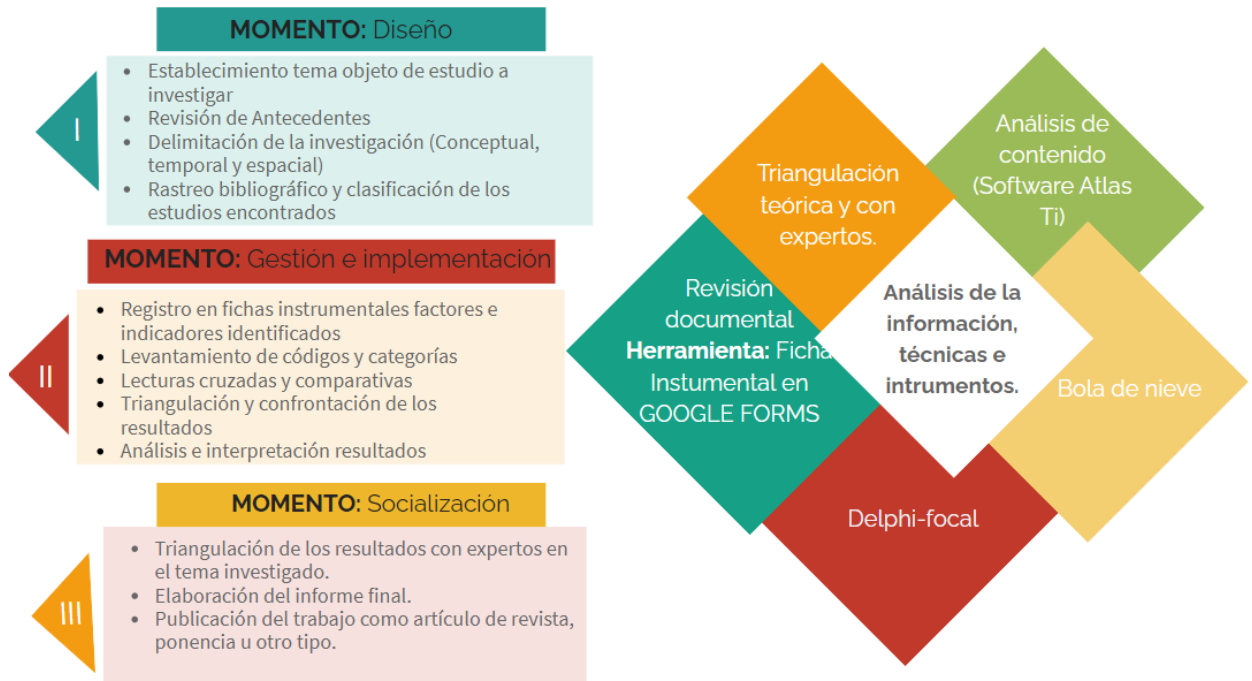
A continuación, en la Figura 3, se describen los pasos tenidos en cuenta para la aplicación de la técnica:

Figura 3. Pasos aplicación técnica Delphi-focal.



Finalmente, para comprender el proceso metodológico llevado a cabo en la presente investigación, se resumen en la Figura 4 los momentos y actividades desarrolladas, las cuales han sido adaptadas desde autoras como Hoyos (2000) y Galeano (2018). Aquí se relacionan también los elementos que hicieron parte del análisis de la información, así como las técnicas e instrumentos utilizados.

Figura 4. Proceso metodológico de la investigación documental: Estado del Arte.



Fuente. Elaboración propia, desde los argumentos de Hoyos (2000) y Galeano (2018)

4.2.4. Consideraciones éticas

Es de vital importancia en todo proceso investigativo contar con buenas prácticas para el trato a las personas o en este caso, el manejo de información (obtenida de diferentes fuentes bibliográficas), para evitar en la medida de lo posible la tergiversación de los datos procesados en la investigación.

En los procesos de escritura, es importante la autenticidad de los argumentos que son propios y que se desarrollan durante la investigación, se debe evitar a toda costa incurrir en faltas como la apropiación de “ideas, palabras o resultados de otras personas, sin otorgarles el reconocimiento que se merecen” (Laguna, et al., 2007, p. 70). Es así como desde la ética investigativa, durante el desarrollo de este proyecto no se ha incurrido en faltas de este tipo.

De otro modo, para la triangulación con expertos, desde el método que se ha denominado en este trabajo como Delphi-focal, se elaboró un consentimiento informado que los invitados debían leer y firmar (ver Anexo 1); en este consentimiento se informaba a los participantes los

objetivos de la actividad y se les pedía autorización para grabar y para que los comentarios, opiniones y/o reflexiones que surgieran en el diálogo, pudieran ser tenidos en cuenta en la elaboración de los resultados y conclusiones de la investigación, respetando los derechos de autor.

5. RESULTADOS

En este capítulo se relacionan los resultados y su respectivo análisis, producto de la revisión de las diferentes investigaciones identificadas en este Estado del Arte. Este capítulo lo comprenden cinco subcapítulos; en el primero de ellos se relaciona la cantidad de trabajos identificados, los años en que estos fueron publicados, las universidades desde donde se desarrollaron estas investigaciones y los enfoques, estrategias metodológicas y herramientas o técnicas utilizadas; además de las diferentes CSC abordadas. En el segundo subcapítulo, se registran las situaciones que han motivado el abordaje de las CSC en el país, producto de la revisión de los planteamientos de problema de las investigaciones identificadas. En el tercer subcapítulo se relacionan algunos de los teóricos y textos referenciados sobre CSC en los marcos teóricos de las investigaciones consultadas, así como las diferentes nominaciones utilizadas para referirse a las CSC. En el cuarto, se registran los diferentes hallazgos y conclusiones a las cuales llegaron las diferentes investigaciones, para finalmente, el subcapítulo cinco, presentar la triangulación de los hallazgos descritos en cada subcapítulo con expertos en el campo.

Los textos referenciados en los resultados hacen parte de las 68 investigaciones identificadas en este Estado del Arte (artículo, memoria de congreso y trabajo de grado), sin embargo, a partir del segundo capítulo, también se incluyeron argumentos de artículos y memorias de congreso (versiones de trabajos de grado ya relacionados) como complemento a ideas de textos principales que ya hacían parte del Estado del Arte. En caso de ser necesario diferenciarlos, en la tabla del Anexo 2, se especifican los trabajos investigativos priorizados para este Estado del Arte.

5.1. Productos de investigación desarrollados en la perspectiva CSC entre los años 2000 – 2018

Inicialmente, la cantidad de trabajos identificados entre el periodo 2000-2018 que abordaban CSC en Colombia fue de 150; de estos solo se tuvo acceso a 114². Lo anterior refleja una brecha en el

² Es preciso mencionar que, la mayoría de los trabajos a los que no se tuvo acceso hacían parte de trabajos de grado y su consulta debía ser directamente en las bibliotecas de las universidades, ubicadas estas en distintas ciudades del país.

acceso a la información que puede dificultar o modificar parcialmente la comprensión de lo que se viene investigando sobre CSC en el país, así como la realización de trabajos de tipo documental. Es importante mencionar que, después de analizar los 114 trabajos sobre el tema en cuestión, solo se incluyeron para este análisis 68 de estas investigaciones (ver Anexo 2), omitiendo aquellos trabajos que no explicitaban la CSC abordada. Del mismo modo, no se tuvieron en cuenta investigaciones que se repetían en formato artículo, memoria de congreso y/o trabajo de grado, solo se tomó uno de ellos y se priorizó los trabajos de grado, seguido de los artículos, al ser estos más completos que las memorias de congreso.

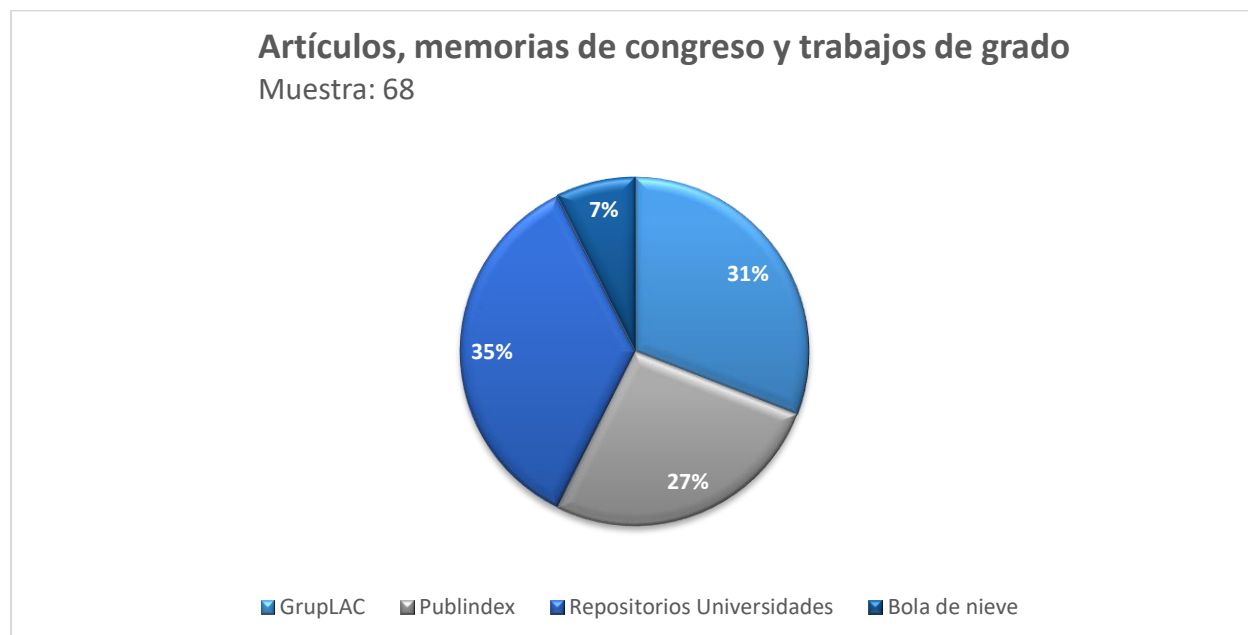
Las fuentes iniciales desde las cuales se rastrearon estos trabajos fueron en su mayoría los repositorios de trabajos de grado de universidades (36%), entre las cuales se encuentra la Universidad Autónoma de Colombia, la Universidad de Antioquia, la Universidad del Valle, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad Pedagógica Nacional, las cuales fueron seleccionadas por ofrecer programas de formación de profesores de ciencias naturales o maestrías de este campo.

Seguido, se ubica como fuente de rastreo trabajos identificados en los GrupLAC de los grupos de investigación de la línea didáctica de las ciencias adscritos a Colciencias (30%), dentro de los que se destacan los grupos: ALTERNACIENCIAS; Estudios Culturales sobre la Ciencia y su Enseñanza (ECCE); Biología, Enseñanza y Realidades; Cosmología para las Ciencias y Perspectivas de Investigación en Educación en Ciencias (PiEnCias).

Del volumen de trabajos identificados, el 27% corresponde a la búsqueda realizada en diferentes revistas de Publiindex (Educación y Ciudad, Latinoamericana de Estudios Educativos, Praxis & Saber, Revista Interamericana de Investigación Educación y Pedagogía, Tecné Episteme y Didaxis, Uni-pluri/versidad y Zona Próxima) y el 7% restante fueron ubicadas a partir de la técnica bola de nieve, donde se rastrearon investigaciones contenidas en las referencias bibliográficas de otros trabajos.

En la Gráfica 1, se relaciona cada una de las fuentes desde las cuales se buscaron los trabajos de investigación.

Gráfico 1. Fuentes de consulta de las investigaciones identificadas para Estado del Arte.



Cabe resaltar que, la mayoría de los documentos identificados son *trabajos de grado* (49%), de los cuales 20 son de posgrado y 13 de pregrado, para un 29% y 20% respectivamente. De este volumen de trabajos, un 28% corresponde a *artículos de revista* con 19 publicaciones y el 23% a *memorias de congresos* con 16; éstas últimas cifras evidencian que, un número considerable de trabajos son publicadas bajo el tipo: Acta o memoria de congreso, lo cual es importante, debido a que estos espacios —como los son los congresos— permiten debatir los avances con respecto a un tema, en este caso las CSC, así como la identificación de colegas que están trabajando en esta línea de trabajo. Una dificultad que se presentó con este tipo de texto es que en algunas ocasiones el número de páginas es reducido y/o los resultados son parciales, lo que no permite visibilizar el impacto real de la investigación.

Dentro de las actas o memorias de congreso, se identifica como pionero en la socialización de trabajos sobre CSC, el Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias, cuyas memorias son editadas como número extraordinario en la revista *Tecné, Episteme y Didaxis (TED)*; a este evento le corresponde el 75% del total de las publicaciones bajo esta modalidad, hecho que es significativo porque demuestra la importancia que congresos como este, le han

otorgado a las CSC, al establecer dentro de sus agendas académicas, líneas temáticas relacionadas con este tema, como ha sido la de “relaciones CTSA”.

En el Gráfico 2, se representan los eventos académicos realizados en España, Argentina y Colombia, a los cuales esta adscritos estas actas o memorias identificadas en el Estado del Arte.

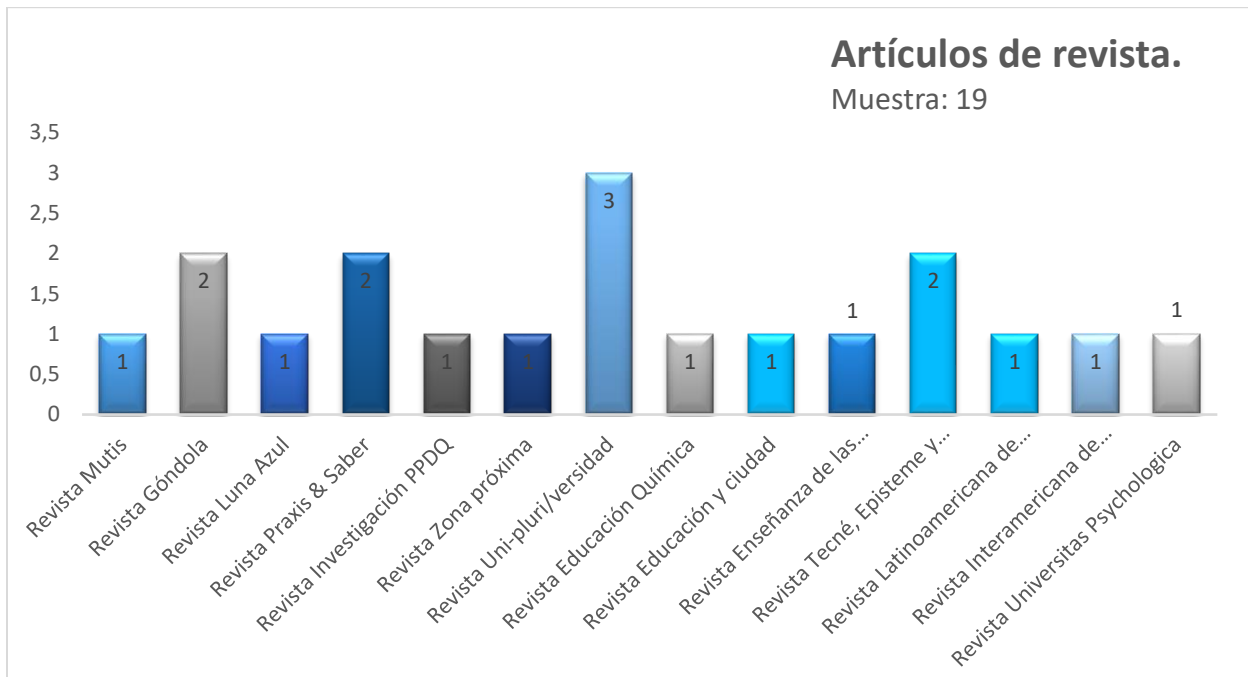
Gráfico 2. *Relación de eventos académicos a las cuales pertenecen las memorias identificadas en el Estado del Arte.*



En cuanto a los artículos de investigación, éstos se encuentran en diversas revistas, evidenciándose una relación de trabajos muy similar, la cual oscila entre 1 y máximo 3 publicaciones en cada una; es así como, con 3 artículos publicados se encontró a la revista Uni-pluri/versidad, seguida de las revistas: Góndola, TED y Praxis & Saber, cada una con 2 artículos sobre CSC.

En la Gráfica 3, se observan los nombres de las revistas y la cantidad de artículos identificado en cada una de ellas.

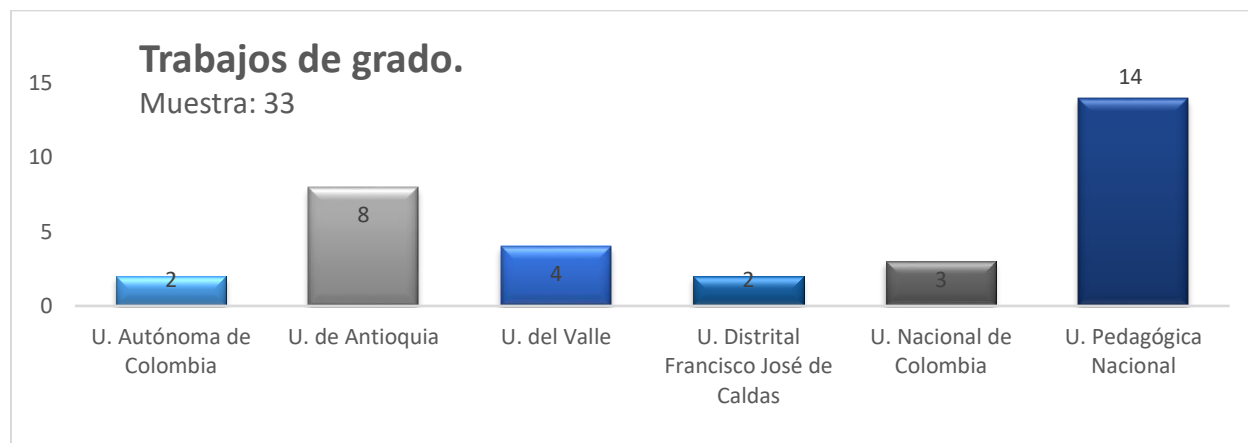
Gráfico 3. Relación de revistas y artículos identificadas en el Estado del Arte.



En cuanto a la publicación y estudios sobre el abordaje de CSC en la enseñanza de las ciencias naturales en trabajos de pregrado y posgrado, se hallan 33 investigaciones, donde es la Universidad Pedagógica Nacional la que lidera el grupo de universidades que más trabajos de grado ha publicado sobre el tema con un total de catorce trabajos (42%), seguida de la Universidad de Antioquia con ocho (23%) y la Universidad del Valle con cuatro (12%), hecho que demuestra la emergencia de líneas de trabajo dentro de estas universidades en torno a las CSC en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales (biología, química y física).

En el Gráfico 4, se representan las universidades en las cuales se han desarrollado trabajos de grado desde la perspectiva de las CSC.

Gráfico 4. Relación de trabajos de grado (pregrado y posgrado) y universidades en las cuales se ha publicado, identificadas en Estado del Arte.

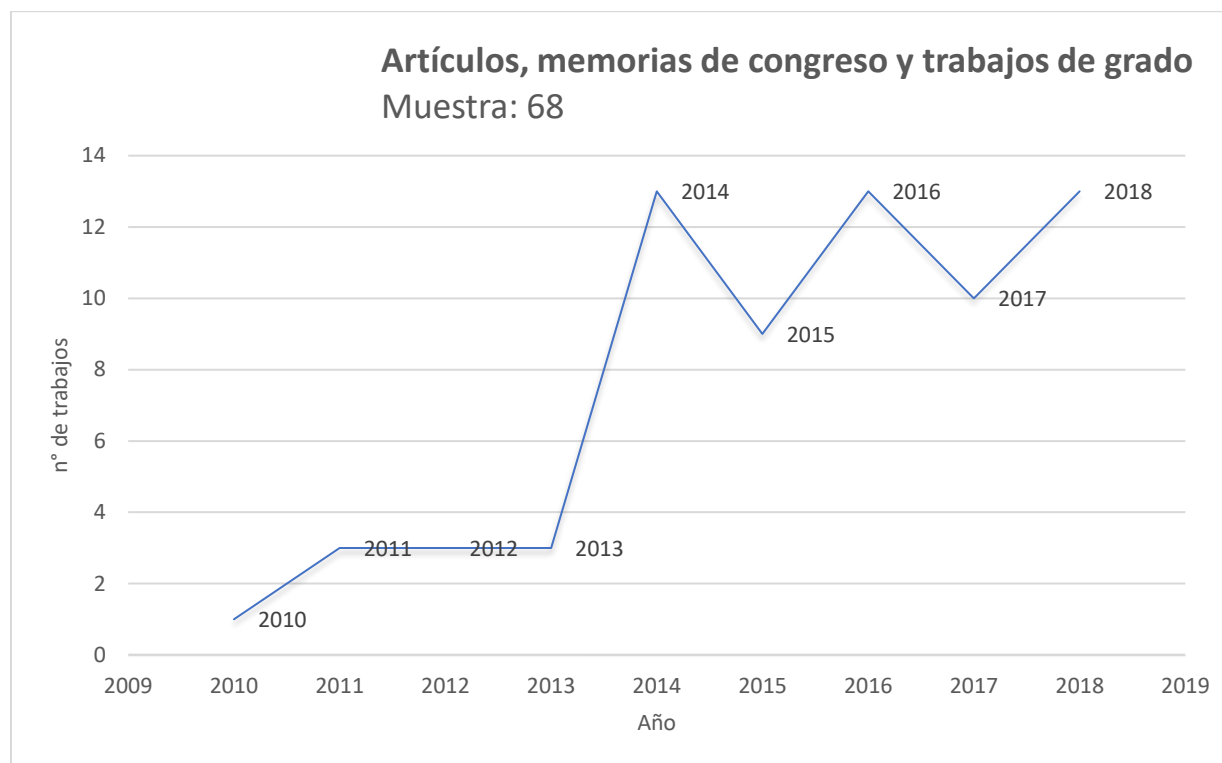


Por otro lado, cuando se relacionan los diferentes trabajos de acuerdo al año de publicación, encontramos escasas publicaciones sobre CSC en el periodo 2010-2013, y va aumentando paulatinamente en los años siguientes. Esta tendencia positiva alcanza su mayor expresión en los años 2014, 2016 y 2018, los cuales coincide con la realización del Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias en los que se logró identificar el mayor número de publicaciones bajo el tipo de texto: memoria de congreso.

Cabe destacar como un hallazgo significativo, que si bien el primer trabajo identificado data del año 2010, durante todo el periodo 2010-2018, se evidenciaron de forma continua publicaciones sobre CSC. Estos datos confirman que, las investigaciones sobre CSC son una perspectiva de trabajo reciente, las cual han venido ganado atención gradualmente a lo largo de los últimos años, situación que se refleja en los antecedentes de este Estado del Arte (Sadler, 2004; Chang, Chang & Tseng, 2010; Martínez, 2014; Rozo y Martínez, 2016 y Karisan & Zeidler, 2017).

En el siguiente gráfico se relacionan por año los diferentes trabajos identificados en el periodo 2000-2018.

Gráfico 5. Relación por año de investigaciones identificadas periodo 2000-2018.



Universidades, población objeto de estudio, enfoque, estrategia metodológica utilizada y CSC abordada en las investigaciones que hicieron parte de este Estado del Arte.

En la presente investigación, también se encontró que la mayoría de las universidades donde se identifican las investigaciones sobre CSC documentadas en este trabajo, son públicas, dentro de las cuales se destacan: la Universidad Pedagógica Nacional con 33 trabajos (49%), la Universidad de Antioquia con 10 trabajos (15%), la Universidad del Valle con 6 trabajos (9%), la Universidad Nacional de Colombia con 5 trabajos (7%) y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas con 4 trabajos (6%).

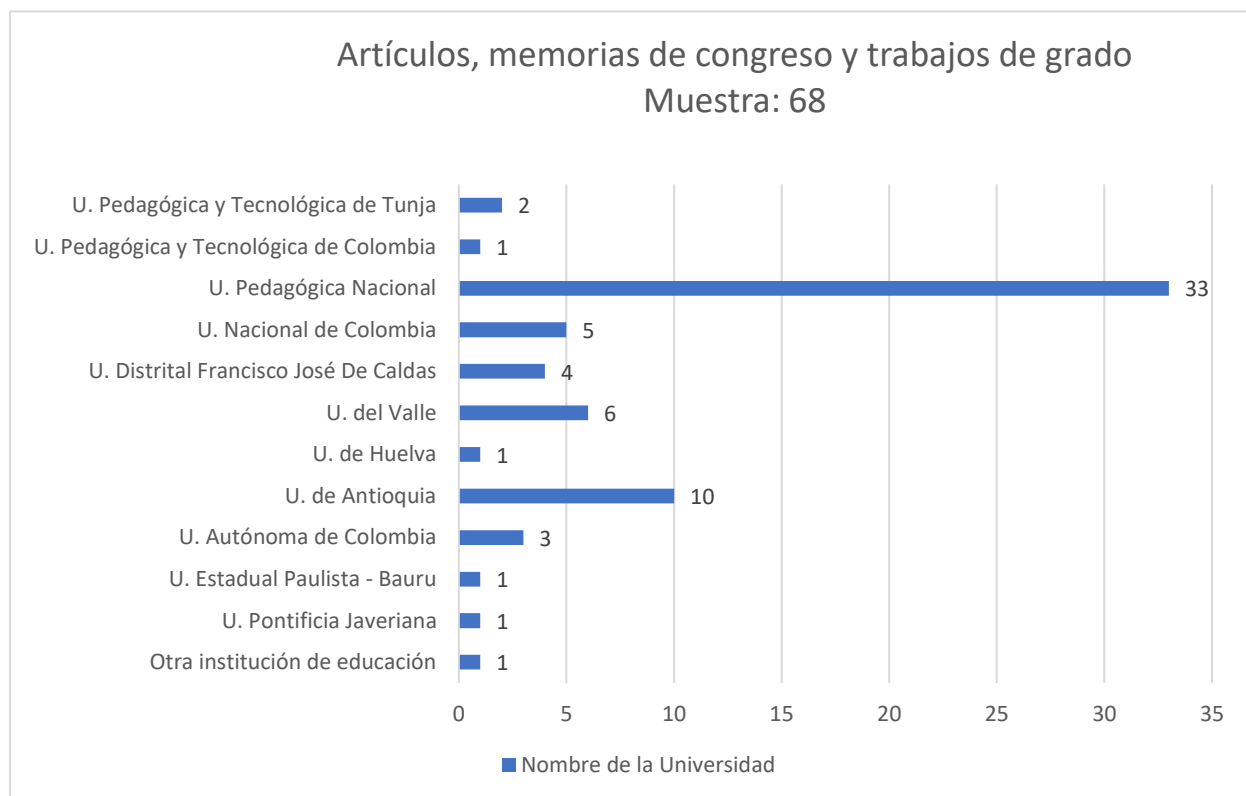
En esta exploración realizada, la Universidad Pedagogía Nacional se perfila como el centro de formación que más investigaciones ha publicado sobre CSC. El volumen considerable de informes de trabajo de grado, artículos de investigación y memorias de congreso publicados por autores adscritos a esta universidad, puede tener relación con la presencia del grupo de investigación “ALTERNACIENCIAS”, el cual declara entre sus líneas de investigación: “Enseñanza de las

Ciencias con enfoque CTSA”, de ahí la relación con las producciones sobre CSC identificadas en esta universidad.

Del trabajo académico de este grupo, se destaca la conformación de semilleros o pequeños grupos de docentes en ejercicio para el desarrollo de investigaciones, desde donde se promueve el estudio y la formación en CSC. Estos pequeños grupos de investigación los llaman PGI, los cuales se han venido conformando desde el programa “Interfaz Universidad – Escuela”, el cual surge como proyecto de algunos investigadores de este grupo de investigación, a raíz de la desarticulación y el necesario dialogo entre estos espacios educativos —la universidad y la escuela— (Martínez y Parga, 2014). Entre estos trabajos se han desarrollado tesis doctorales centradas en la relación del conocimiento profesor con las CSC (Rodríguez, 2017).

En el Gráfico 6, se relacionan las universidades a las cuales están adscritos los autores de los trabajos de investigación que hacen parte de este Estado del Arte, dos de estas universidades son extranjeras (Universidade Estadual Paulista -UNESP- y Universidad de Huelva), por lo que los trabajos que las refieren fueron desarrollados en una universidad (Moreno, Jandira y Pacheco, 2014) y en una Institución Educativa colombiana (Gómez, Jiménez, De las Heras y Vázquez. 2018).

Gráfico 6. Universidades a las cuales están adscritos los trabajos de investigación identificados en el Estado del Arte.



Con respecto a la elección de la población objeto de estudio de las diferentes investigaciones sobre CSC identificadas, un 65% del total de investigaciones se concentró en la formación escolar (44 investigaciones), del cual, el 11% fueron realizados en básica primaria (Mesa y seña, 2013; Castro y Carrión, 2014; Giraldo, *et al.*, 2014; Botero y Jurado, 2016; Arango *et al.*, 2018) y el 89% en la básica secundaria y media, situación que puede estar relacionada con los planteamientos de Sadler (2004) al afirmar que, los estudiantes de grados superiores poseen una mayor comprensión conceptual de las ideas que subyacen en los problemas socio-científicos y, por lo tanto, es más probable que apliquen el conocimiento en la resolución de problemas, comparado con los estudiantes de primaria, donde el nivel de comprensión aún está en desarrollo.

Como tendencia intermedia dentro del total de los trabajos identificados, encontramos que un 24% de estos, se centran en la formación inicial docente (16 investigaciones), de lo cual se resalta la importancia de abordar las CSC en este tipo de población.

Martínez (2014), plantea que abordar controversias sociales y científicas exige una amplia formación del profesorado, por lo cual, esta formación debe enfocarse en la generación de herramientas que le permitan al maestro asumir nuevos desafíos, desligándose de la educación tradicionalista en la que comúnmente hemos sido formados.

Ahora bien, se encuentra que solo cinco trabajos –que representan el 7% del volumen total de investigaciones revisadas sobre CSC–, están orientadas a la formación de docentes en servicio³, mientras tres trabajos se centran en la formación de profesionales no licenciados –que corresponden al 4%–. Entre estos trabajos está el de Parga y Romero (2016), Palomeque-Forero (2016) y Torres y Martínez (2011); el primero, desarrolló su investigación con profesionales en el área de la estética facial y corporal desde la asignatura química cosmética, el segundo no especifica el pregrado, pero la asignatura fue química fundamental, y el último, desarrolló la investigación con estudiantes de fisioterapia, en la asignatura bioquímica.

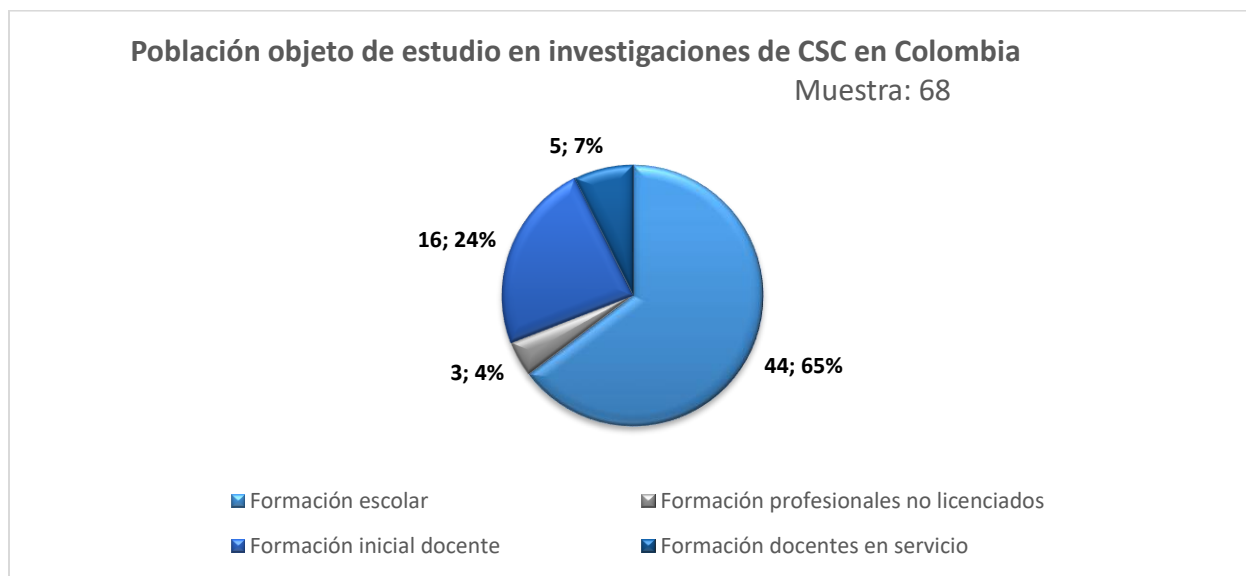
Lo anterior es relevante, ya que evidencia que las CSC no solo hacen parte de la formación escolar, sino que son utilizadas en otras facetas académicas como la formación inicial docente y la de profesionales de pregrados no afines a la educación. Referente al uso de CSC en áreas no relacionadas con la educación, Torres y Martínez (2011) indican que,

Las cuestiones sociocientíficas en la educación superior permiten procesos de enseñanza y aprendizaje que pueden ser potenciales para que los profesionales en formación, [...] establezcan relaciones entre los aspectos específicos de su profesión con las dimensiones sociales de los mismos, de esta forma nuevas actitudes personales pueden ser promovidas en su campo laboral, por lo que los contenidos deben ser determinados de acuerdo con la práctica profesional. De acuerdo con Zeidler, *et al.* (2002), las Cuestiones Socio-Científicas, permiten evaluar el desempeño profesional, además de contribuir a la formación de ciudadanos que participen de forma activa y fundamentada en la sociedad. (, p. 66)

En el Gráfico 7, se relaciona la población objeto de estudio que hizo parte de las investigaciones identificadas en este Estado del Arte.

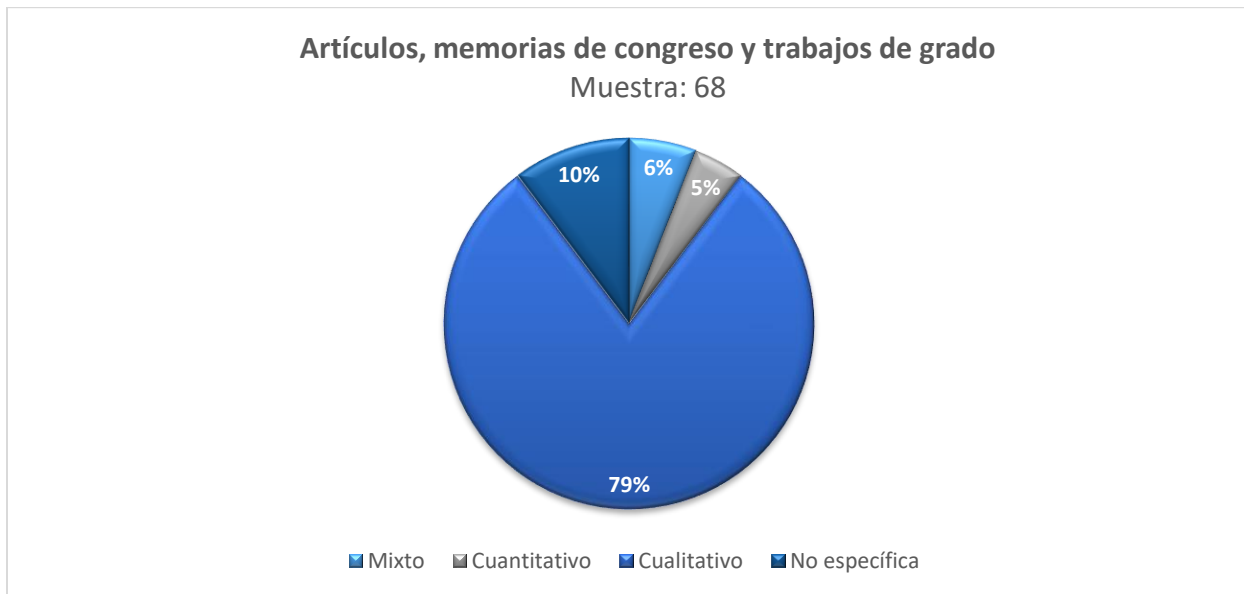
³ Formación en servicio: De acuerdo con el MEN (2013), contempla la formación de los educadores vinculados laboralmente al ejercicio de la profesión docente, este tipo de formación “comprende las experiencias de cualificación, diversificación e innovación que ocurren formal e informalmente durante la vida profesional del docente, orientadas al perfeccionamiento de su labor educativa” (p. 88).

Gráfico 7. Población objeto de estudio de las diferentes investigaciones que hacen parte de Estado del Arte.



Tomando como base la concepción de enfoque y estrategia metodológica de Galeano (2003 y 2018), se encuentra que el enfoque más utilizado es el cualitativo con 54 investigaciones (79%), seguido del mixto con 4 (6%) y el cuantitativo con 3 investigaciones (5%). El 10% restante (7 trabajos), son investigaciones que no definen el enfoque, de estos, cinco son artículos, dos memorias de congreso y un trabajo de grado de pregrado. Cabe resaltar qué, en ellos se referencia un apartado titulado metodología, pero en general, se describen, las fases del trabajo, así como las características del contexto y/o participantes de la investigación, pero no se explicitan estos asuntos (Torres, 2011; Carvajal y Martínez, 2014; Rodríguez y Martínez, 2014; Ramos y Muñoz, 2015; Pinzón, *et al.*, 2015; Palomeque-Forero, 2016 y Rueda y Garzón, 2016).

Gráfico 8. Tipo de enfoque de las investigaciones identificadas en Estado del Arte.



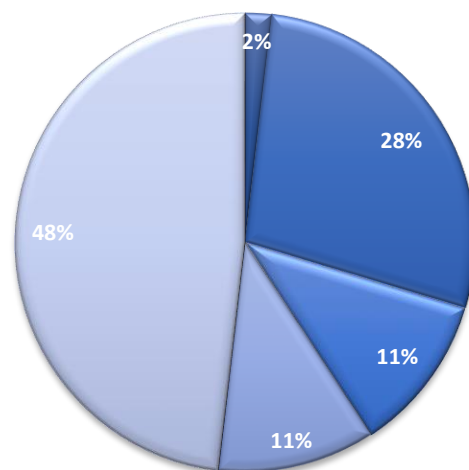
Dentro de estos enfoques, algunos de los trabajos referencian como método empleado en las investigaciones cuantitativas, el correlacional (Rodríguez y Suarez, 2018) y el cuasi experimental (Gutiérrez, 2018) y en las investigaciones del enfoque cualitativo (54 investigaciones), encontramos 15 trabajos que utilizan el estudio de caso (28%), convirtiéndose en la estrategia metodológica más utilizada por los investigadores que abordan CSC. Seguido, se encuentra la investigación acción y la etnografía cada una con 6 trabajos (11%). En estas estrategias se referencia la investigación acción colectiva (Rozo y Martínez, 2018), la investigación acción educativa (Mazo, Amelines y Arango, 2018) y la microetnografía (Beltrán, 2013; Bastidas y Guerras, 2016; Correa, 2017 y Ducuara, 2017). Cabe destacar que, el 48% —que corresponde a 26 investigaciones—, no especifican la estrategia metodológica empleada y en general, lo que se encuentra es la descripción de la unidad o secuencia de actividades didácticas que se proponen en el trabajo.

En el Gráfico 9, se relacionan la estrategia empleada dentro del enfoque cualitativo, así como el porcentaje correspondiente a cada una.

Gráfico 9. Estrategia metodológica del enfoque cualitativo utilizadas en las investigaciones identificadas en Estado del Arte.

Artículos, memorias de congreso y trabajos de grado

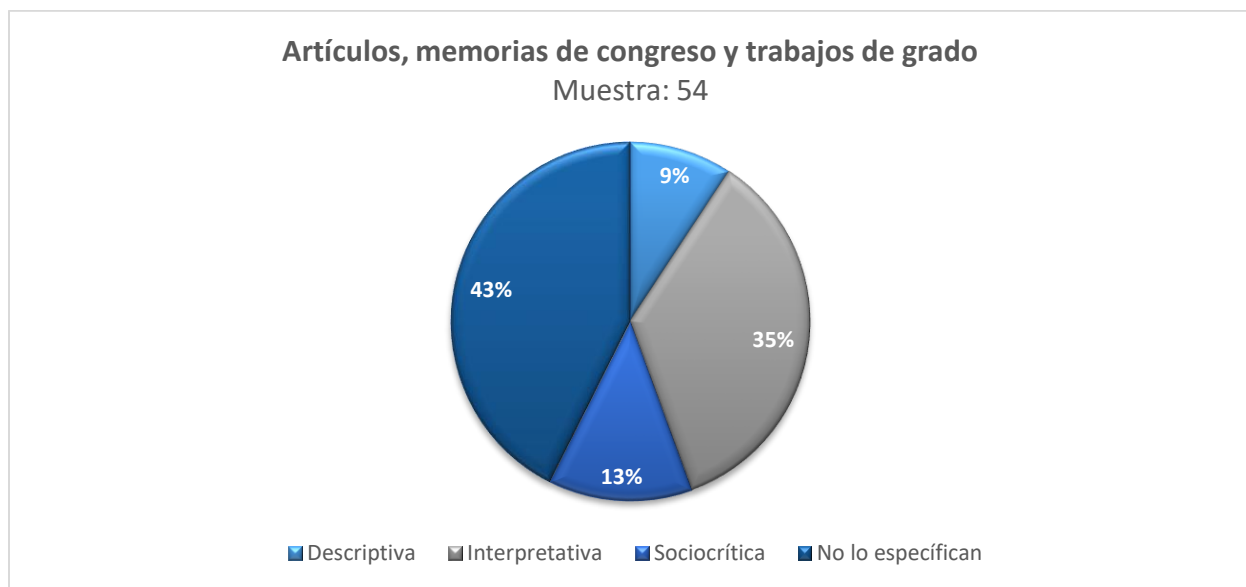
Muestra 54



- Investigación basada en el diseño (IBD)
- Estudio de casos
- Investigación Acción
- Etnografía
- No lo especifican

Teniendo presente que los trabajos de tipo cualitativo sobresalen en volumen en las investigaciones analizadas sobre CSC, se encuentra que diecinueve de ellas (35%) son de profundidad interpretativa, siete sociocrítica (13%), cinco descriptiva (9%); sin embargo, se destaca que, veintitrés trabajos (43%), no especifican la profundidad del enfoque cualitativo. En el Gráfico 10 se relaciona la profundidad de las investigaciones identificadas y los porcentajes correspondientes a cada una de ellas.

Gráfico 10. Profundidad del enfoque cualitativo de las investigaciones identificadas en Estado del Arte.



Otro de los aspectos considerados dentro de este análisis, ha sido las actividades de aula más frecuentes desarrolladas en las investigaciones identificadas, encontrándose entre ellas, las lecturas y análisis de noticias, artículos, normativas, publicaciones en la prensa, revistas especializadas y otros, así como la realización de debates, prácticas de laboratorio, video-foros, salidas de campo, juegos de rol, entre otros.

En la Tabla 4 se relacionan las diferentes actividades que hicieron parte de las investigaciones identificadas.

Tabla 4. Intervenciones didácticas realizadas en investigaciones identificadas en Estado del Arte

Intervenciones didácticas	Trabajo de investigación
Lectura y análisis de noticias, artículos, normativas, publicaciones en la prensa,	21 Beltrán (2010); Arango (2012); Mesa y Seña (2013); Beltrán (2013); Bonilla (2014); Díaz, Ruiz y Suárez (2014); Carvajal y Martínez (2014); García y Martínez (2015); Muñoz y Castrillón (2015); Pinzón, Salazar y

revistas especializadas y otros.		Martínez (2015); Valencia (2015); Arias y Dallagnol (2016); Contreras (2016); García y Martínez (2015); Pelayo y Martínez (2016); Bastidas y Guerras (2016); Palomeque-Forero (2016); Salazar y Garizado (2017); Fula y Herrera (2017); Romero (2018); Giraldo (2018)
Debate	22	Beltrán, (2010); Quiceno y Vélez (2011); Arango (2012); Mesa y Seña (2013); Pabón y Muñoz (2014); Bonilla (2014); Giraldo <i>et al.</i> (2014); Ramos y Muñoz (2015); Muñoz y Castrillón (2015); García y Martínez (2015); Pinzón, Salazar y Martínez (2015); Cano, Echeverri y Giraldo (2015); Vera (2015); Bastidas y Guerras (2016); Contreras (2016); Pelayo y Martínez (2016); Botero y Arango, (2016); Quintero (2016); Botero y Jurado (2016); Romero (2018); Giraldo (2018); Arango <i>et al.</i> (2018)
Prácticas de laboratorio	19	Gallo (2013); Beltrán (2013); Ruiz (2014); Bonilla (2014); Díaz, Ruiz y Suárez (2014); Giraldo <i>et al.</i> (2014); García y Martínez (2015); Ramos y Muñoz (2015); Valencia (2015); Quintero (2016); Contreras (2016); Rueda y Garzón (2016); Bastidas y Guerras (2016); Arias y Dallagnol (2016); Correa (2017); García (2017); Del Castillo y Chapid (2017); Ducuara (2017); Giraldo (2018)
Juego de rol	16	Beltrán (2010); Quiceno y Vélez (2011); Beltrán (2013); Gallo (2013); Mesa y Seña (2013); Díaz, Ruiz y Suárez (2014); Giraldo <i>et al.</i> (2014); Muñoz y Castrillón (2015); Cano <i>et al.</i> (2015); Botero y Jurado (2016); Pelayo y Martínez (2016); Bastidas y Guerras (2016); Del Castillo y Chapid (2017); Correa (2017); Duque (2018); Romero (2018)
Análisis de videos, películas, sobre el tema de las CSC abordada	22	Arango (2012); Gallo (2013); Mesa y Seña (2013); Díaz, Ruiz y Suárez (2014); Carvajal y Martínez (2014); Pabón y Muñoz (2014); Giraldo <i>et al.</i> (2014); Cano <i>et al.</i> (2015);

		Muñoz y Castrillón (2015); García y Martínez (2015); Valencia (2015); Ramos y Muñoz (2015); Pinzón, Salazar y Martínez (2015); Bastidas y Guerras (2016); Arias y Dallagnol (2016); Botero y Jurado (2016); Salazar y Garizado (2017); Fula y Herrera (2017); Correa (2017); Arango <i>et al.</i> (2018)
Salida de campo	10	Díaz, Ruiz y Suárez (2014); García y Martínez (2015); Vera (2015); Valencia (2015); Ramos y Muñoz (2015); Bastidas y Guerras (2016); García (2017); Correa (2017); Duque, (2018); Giraldo (2018)
Construcción de escritos por parte de los estudiantes	5	Arango (2012); Cano, <i>et al.</i> (2015); Valencia (2015); Salazar y Garizado (2017); Duque (2018)
Espacios de dialogo con expertos	4	Mesa y Seña (2013); Vera (2015); Rueda y Garzón (2016); Del Castillo y Chapid (2017);
Taller teórico-práctico	3	Cubillos y Duarte (2015); Muñoz y Castrillón (2015); Rodríguez (2018);
Construcción y/o lectura de mapas conceptuales, cuadros comparativos, historietas	3	Beltrán, (2010); Pinzón, Salazar y Martínez (2015); Arango <i>et al.</i> (2018)
Expresiones artísticas (dramatizaciones, teatro, composición letra canciones)	3	Giraldo, <i>et al.</i> (2014); Valencia (2015); Del Castillo y Chapid (2017)
Situaciones problema	2	Díaz, Ruiz y Suárez (2014); Ramos y Muñoz (2015)
Juegos interactivos	2	Pinzón, Salazar y Martínez (2015); Salazar y Garizado (2017)
Web-quest	2	Quiceno y Vélez (2011); Botero y Jurado (2016)
Actividades en Moodle	2	Fula y Herrera (2017); García (2017)
Exposiciones	1	Giraldo, <i>et al.</i> (2014)
Carrera de observación	1	Cano, <i>et al.</i> (2015)

Por otra parte, se revisó dentro de los trabajos identificados, las Cuestiones Socio-Científicas abordadas; en medio de estos hallazgos se puede evidenciar que, aunque las investigaciones no siempre usan los mismos términos para hablar de estas cuestiones, estas se pueden agrupar en ocho temáticas principales: la primera hace referencia a las cuestiones relacionadas con el uso y la contaminación del agua, la segunda con el uso y explotación de recursos naturales renovables y no renovables, la tercera con el uso de agroquímicos y la producción de transgénicos, la cuarta con la salud y alimentación humana, la quinta con la biodiversidad, la sexta con el maltrato y experimentación animal, la séptima relacionada con la aplicación y desarrollo tecnológico y la octava agrupación engloba “otras controversias” que están por fuera de las categorías anteriores.

Tabla 5. *Cuestiones Socio-Científicas abordadas en los diferentes trabajos identificados en Estado del Arte.*

Autor (es)	Cuestión socio-científica abordada
USO Y CONTAMINACIÓN DEL AGUA	
Fula y Herrera (2017)	Uso y conservación del agua.
Ducuara (2017)	Gobernanza del agua en el río Tunjuelo.
Molano (2014)	Contaminación del río Bogotá.
Ramos y Muñoz (2015), García (2017)	La contaminación del agua.
García y Martínez (2015)	Contaminación del río Frío por la acción industrial.
Romero (2018)	Construcción de ciudadela sobre humedal del municipio de Soacha (Cundinamarca).
Díaz, Ruiz y Suárez (2014)	Aguas residuales: río Salitre.
Castro y Carrión (2014)	Contaminación o mal uso del agua, contaminación por basuras y pérdida de valores y conflictos entre las personas.
Beltrán (2013)	El uso del agua de los vallados para el riego de hortalizas en el municipio de Cajicá.
Pinzón, Salazar y Martínez (2015)	Riego de hortalizas con agua del río Bogotá

	La legalización de la dosis personal.
Rueda y Garzón (2016)	Contaminación del recurso hídrico a causa de la minería.
EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y NO RENOVABLES	
Arango (2012)	El impacto de la explotación minera del oro en el ambiente.
Mazo, Arango y Amelines (2018)	Fracking en Colombia.
Gutiérrez (2018)	Extracción de petróleo en los territorios U'wa.
Quintero (2016)	Explotación de gas metano y uso de recursos energéticos no renovables.
Olarte (2018)	Biocombustibles.
Del Castillo y Chapid (2017)	Carbonera vegetal ilegal.
Fernández, Vergara, Molina, Viáfara y Cabrera (2018) y Bonilla (2014)	Extracción del coltán.
Buitrago y Mejía (2014)	Construcción hidroeléctrica.
Torres y Solbes (2016)	Privatización de la energía eléctrica.
Medina (2014)	Uso de leña vs. biogás como fuente de energía en contextos rurales.
USO DE AGROQUÍMICOS Y PRODUCCIÓN DE TRANSGÉNICOS	
Torres (2011), Contreras (2016) y Quiceno y Vélez (2011)	Uso de glifosato en Colombia.
	Fumigaciones aéreas de cultivos ilícitos en Colombia.
Botero y Jurado (2016)	Uso de agroquímicos.
Bastidas y Guerras (2016)	Uso de agrotóxicos en cultivos de café y plátano.
Rodríguez y Martínez (2014), Palomeque-Forero (2016), Cubillos y Duarte (2015) y Cano, <i>et al.</i> (2015)	Uso de transgénicos.
García (2014)	Obtención de plantas transgénicas
SALUD Y ALIMENTACIÓN HUMANA	
Chaparro, García y Ochoa (2016)	Medicina convencional vs medicina alternativa.
Torres y Martínez (2011)	Los xenobióticos.

Pelayo y Martínez (2016)	Automedicación.
Arango <i>et al.</i> (2018)	Jarabe de maíz de alta fructuosa en la industria alimentaria.
Arias y Dallagnol (2016), Rodríguez Y Suarez (2018) y Rodríguez (2017)	Adicción a sustancias psicoactivas.
Carvajal y Martínez (2014)	Situaciones médicas extremas producto de la utilización de ácido hialurónico (ah) falso o el caso de los implantes siliconados.
Parga y Romero (2016)	El problema de uso de productos cosméticos.
Vera (2015)	Estudio de caso del cáncer de mama.
Moreno, Jandira y Pacheco (2014)	Diagnóstico de preimplantación genética (DPG).
Quiroga y Verano (2014)	Uso de nitritos en carnes curadas.
Casallas y Martínez (2018)	Uso de la hormona recombinante de crecimiento bovino.
Gallo (2013)	La anorexia.
Ruiz (2014)	La influencia de los medios de comunicación en las decisiones de los jóvenes y niños en cuanto a su alimentación.
Beltrán, Gutiérrez, Martínez y Ramírez (2017)	Consumo de comidas rápidas.
Salazar y Garizado (2017)	Los anti-nutrientes como inhibidores de minerales.
BIODIVERSIDAD	
Giraldo (2018)	El deterioro de la biodiversidad de los insectos y sus efectos en los servicios ecosistémicos.
Arboleda y Virgen (2016)	Las abejas y su desaparición.
MALTRATO Y EXPERIMENTACIÓN ANIMAL	
Mesa y Seña (2013)	Maltrato animal.
Beltrán (2010)	La experimentación con animales no humanos.
Beltrán y Marín (2017)	Experimentación con primates.
Giraldo, <i>et al.</i> (2014)	Experimentación en animales y humanos.
TECNOLOGÍA APLICADA	

Duque (2018)	Las radiaciones y riesgos biológicos ocasionados por la exposición a campos electromagnéticos generados por las antenas repetidoras de señal.
Muñoz y Castrillón (2015)	Obsolescencia programada.
OTRAS	
Valencia (2015)	El cuidado del patrimonio biocultural.
Rozo y Martínez (2018)	Cambio climático.
Mazo (2018)	Contaminación del aire en Medellín.
Pabón, Muñoz y Vallverdú (2015)	Eugenesia, organismos modificados genéticamente, fecundación in vitro, madres sustitutas y bebés probetas, investigación de seres humanos y pruebas en animales, armas químicas, biológicas y nucleares.
Correa (2017)	Armas químicas.

A modo de cierre, la relación de los diferentes trabajos identificados en este Estado del Arte, en el periodo 2000-2018, prueban que hay una perspectiva de trabajo emergente que se viene perfilando desde varias universidades, principalmente desde la Universidad Pedagógica Nacional, la Universidad de Antioquia y la Universidad del Valle, además, el hecho de que el volumen de publicaciones sobre CSC ha aumentado considerablemente, en especial en el periodo 2014-2018.

Otro aspecto para resaltar y que se refleja dentro del trabajo realizado, es la importancia de divulgar los resultados de las investigaciones mediante la publicación en repositorios de universidades, eventos académicos y revistas científicas, ello se hace indispensable para la generación de conocimiento en el tema objeto de investigación, en este caso, las CSC, convirtiéndose —la publicación— en un instrumento que facilita la continuidad de procesos educativos.

5.2. Problemáticas que han motivado el abordaje de Cuestiones Socio-Científicas (CSC) en Colombia

Para comprender mejor por qué las diferentes investigaciones identificadas en este Estado del Arte se centran en el abordaje de CSC, fue necesario revisar los planteamientos del problema

y justificaciones, aunque no todos los trabajos fueron claros en el problema o justificación, debido a que algunos de ellos —artículos y memorias de congreso—, no siempre abordaban estos asuntos de manera explícita.

Al revisar las unidades de análisis seleccionadas de estos apartados, se encontró que existe una preocupación recurrente sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales que se están llevando a cabo en las escuelas y universidades, los cuales se perciben descontextualizados y con una fuerte tendencia tradicionalista (Torres y Martínez, 2011; Muñoz y Castrillón, 2015; Cano, Echeverri y Giraldo, 2015; Arboleda y Virgen, 2016, Mazo, Arango y Amelines, 2018 y Mazo, 2018), reduccionista (Muñoz y Castrillón, 2015) y dogmática (Arango, 2012 y Valencia, 2015), que brinda pocas oportunidad a los estudiantes de reconocer y relacionarse con el trabajo científico —puesto que se centra en la identificación de conceptos— (Buitrago y Mejía, 2014; Ramos y Muñoz, 2014; Vera, 2015; Cano, *et al.* 2015; García y Martínez, 2015 y Contreras, 2016), desconociendo los valores implicados en las actividades científicas y las relaciones de la sociedad con el desarrollo tecnocientífico y viceversa (Beltrán, 2010; Ramos y Muñoz, 2015 y Arango, Macías, Lopera y Rúa, 2018).

Por lo anterior, se ha visibilizado la necesidad de trascender de este tipo de enseñanza tradicional, dogmática y reduccionista hacia propuestas formativas sobre problemáticas actuales, que promuevan el aprendizaje social de las ciencias y permitan al estudiante comprender y participar en las decisiones científicas y tecnológicas de su contexto (Arango, 2012; Beltrán, 2013 y Rodríguez, 2017). Lo expuesto, puede lograrse por medio de una educación científica que incluya la importancia de utilizar los conocimientos construidos a partir de la solución de problemas cotidianos, aprendiendo sobre ciencias y estimando sus limitaciones (Quiceno y Vélez, 2011 y Pinzón, Salazar y Martínez, 2015), reivindicando el papel del estudiante como protagonista de la construcción de su propio conocimiento (García, 2017).

Como una alternativa a los enfoques tradicionalistas, los diferentes trabajos revisados sitúan a las CSC como una perspectiva crítica que no solo permite enseñar los contenidos del área de las ciencias naturales, sino que también los relaciona con el desarrollo tecnológico, con el ambiente, la sociedad, la cultura, la educación en valores y otros.

La revisión de estas investigaciones ha permitido la configuración del sistema de categorías y subcategorías que se presentan en la Tabla 6, donde también se relaciona la cantidad de veces

(incidencia) que fue nombrada cada subcategoría dentro de las unidades de análisis, es decir, lo que en Atlas Ti se nombra como citas.

Tabla 6. Incidencia de las subcategorías dentro de los planteamientos y justificaciones de problemas de las investigaciones revisadas.

CATEGORÍA Y SUBCATEGORÍAS EMERGENTES		
Categorías	Subcategorías	Incidencia
Desarrollo de habilidades discursivas y críticas	Argumentación	20
	Pensamiento crítico	12
La educación científica y tecnológica para la participación ciudadana	Alfabetización científica y tecnológica	20
	Naturaleza de las ciencias	8
	Formación sociopolítica	12
Integración curricular	No Aplica	6

A continuación, se relaciona los hallazgos encontrados en cada una de las categorías y subcategorías, los cuales permiten dar respuesta a los objetivos de investigación.

5.2.1. Desarrollo de habilidades discursivas y críticas

En esta categoría se relacionan las problemáticas identificadas en los trabajos revisados que hacen alusión a habilidades como la argumentación y el pensamiento crítico. Para cada una se establecen las relaciones expuestas por los autores con las CSC y se analiza las razones por las cuáles se generan dichos vínculos.

5.2.1.1. Argumentación

Para esta subcategoría, se encuentra en los trabajo revisados que diferentes investigadores justifican el uso de las CSC en el marco de los procesos de enseñanza y aprendizaje en la escuela,

bajo la premisa de que su abordaje fortalece procesos argumentativos en los estudiantes (Torres y Martínez, 2011; Quiceno y Vélez 2011; Arango, 2012; Beltrán, 2013; Mesa y Seña, 2013; Gallo, 2013; Giraldo, *et al.*, 2014; Quiroga y Verano, 2014; Bonilla, 2014; Buitrago y Mejía, 2014; Ruiz, 2014; Cano, *et al.* 2015; Cubillos y Duarte, 2015; Valencia, 2015; Bastidas y Guerras, 2016; Botero y Jurado, 2016; Fula y Herrera, 2017; Rodríguez y Suárez, 2018; Arango *et al.* 2018, Mazo *et al.* 2018 y Giraldo, 2018).

Desde esta idea, una de las problemáticas identificadas en el campo de la educación científica está enfocada en la ausencia de prácticas de aula que incentiven la construcción de argumentos desde una reflexión crítica, a raíz de que el aprendizaje desde un modelo empírico-positivista sigue estando presente en los procesos de enseñanza y aprendizaje, llevando a que los conceptos y visiones del mundo desde las ciencias sean el centro, y estén por encima de la reflexión y discusión de la misma (Mesa y Seña, 2013 y Buitrago y Mejía, 2014).

Una segunda problemática que subyace dentro de las investigaciones consultadas, es la desarticulación existente entre la construcción de conocimiento científico y el contexto del cual hacen parte los estudiantes (Fula y Herrera, 2017), lo cual actualmente amerita el replanteamiento de todas aquellas estrategias que se alejan de promover una reflexión crítica y propositiva que dejen como única alternativa, el aprendizaje memorístico de los conceptos científicos (Giraldo, 2018).

Los trabajos de investigación consultados, plantean que el uso de estas cuestiones fortalecen los procesos argumentativos, porque al utilizar situaciones controversiales del contexto, se le incita a los estudiantes a la reflexión, a la crítica y al análisis (Bastidas y Guerras, 2016), lo que conlleva a la construcción de argumentos para justificar una postura propia de forma razonada (Giraldo, *et al.* 2014) contribuyendo así a la formación de ciudadanos críticos y propositivos (Arango, 2012) y fortaleciendo de esta manera la emancipación y el compromiso político de los estudiantes (Valencia, 2015).

Siguiendo esta premisa, Giraldo *et al.* (2014), son explícitas al resaltar las CSC como un medio que facilita el desarrollo de la argumentación en los estudiantes, indicando que, es urgente implementar la argumentación en el aula de clase tomando como recurso el debate sobre asuntos que puedan ser interesantes y significativos para los estudiantes. De este modo, los aportes que realiza la argumentación al aprendizaje de las ciencias naturales trascienden hacia otras propuestas donde la estructuración de ideas en torno a problemáticas contextuales hace que el aprendizaje esté

anclado a las experiencias de los estudiantes. Esto puede relacionarse con la proximidad de las CSC con el contexto social, cultural y político, favoreciendo que los educandos se sientan identificados con la problemática (Giraldo, 2018).

Asimismo, otro aspecto importante que respalda el uso de las CSC en las propuestas académicas revisadas es que las explicaciones que los estudiantes construyen ponen en juego sus saberes previos, lo que les exige elaborar argumentos sólidos, buscar y seleccionar información en diferentes fuentes para luego articularlas con evidencias que puedan convencer a otros (Ruiz, 2014). Lo anterior, podría desencadenar en una mayor apropiación del lenguaje científico y una mejor comprensión conceptual de los estudiantes sobre las temáticas abordadas (Rodríguez y Suárez, 2017).

De la revisión realizada se destaca que, varios de los trabajos investigativos (Quiceno y Vélez 2011; Arango 2012; Beltrán, 2013; Mesa y Seña 2013; Gallo, 2013; Cubillos y Duarte, 2015; Vera, 2015; Cano *et al.* 2015; Muñoz y Castrillón, 2015; Botero y Jurado 2016; Pelayo y Martínez, 2016; Fula y Herrera, 2017; Rodríguez y Suárez, 2017; Giraldo, 2018; Mazo, *et al.* 2018; Fernández Vergara, Molina, Viáfara y Cabrera 2018) se centraron en la estructuración de argumentos desde la perspectiva del filósofo británico Stephen Toulmin, referente del Modelos de Análisis Argumentativo –MAT–, permitiendo constatar cómo el uso de este modelo se ha vuelto recurrente en el campo de la argumentación científica.

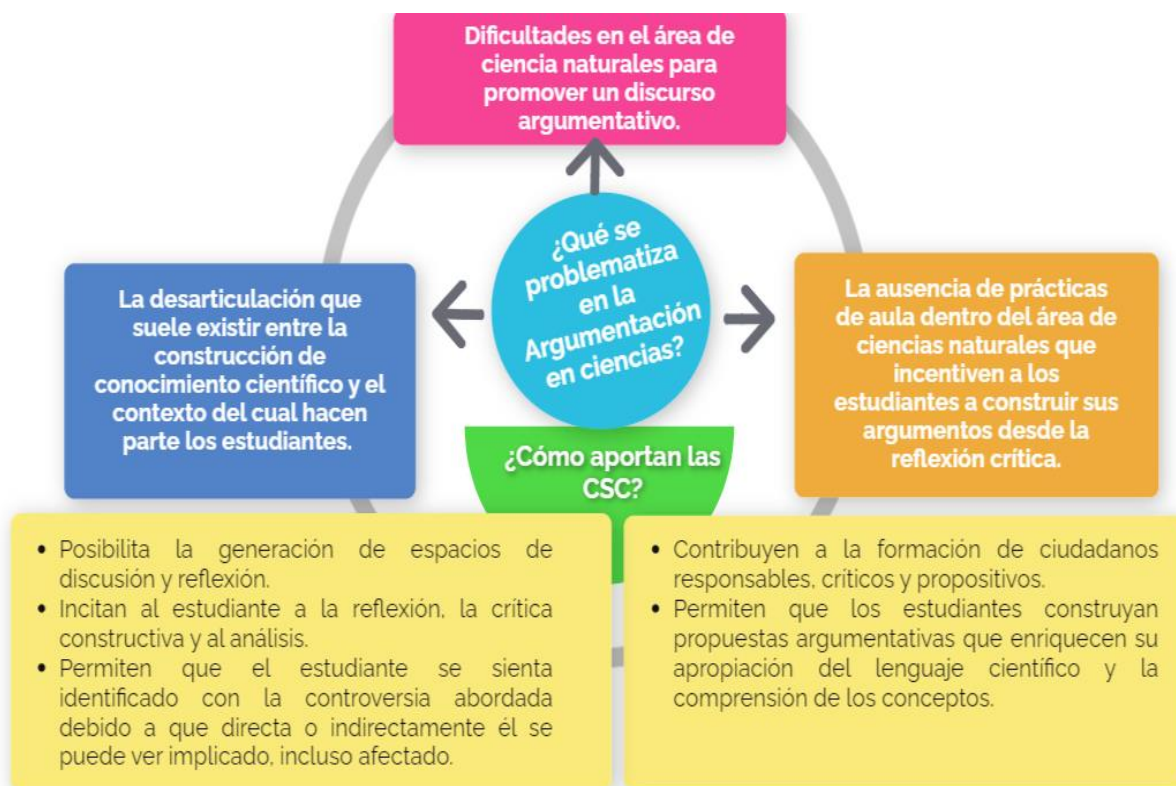
Según Henao y Stipcich (2008), la propuesta Toulminiana se fundamenta en una lógica sustantiva –donde las explicaciones son situacionales y contextuales– la cual contribuye de forma directa a fomentar actitudes críticas y propositivas en los estudiantes. La acogida de la perspectiva en la educación científica ha permitido su adaptación en diversas propuestas académicas, posibilitando valorar los niveles argumentativos (Erduran, Simon y Osborne, 2004 y Tamayo, 2012), los niveles epistémicos (Kelly y Takao, 2002) y la calidad de los argumentos (Sadler y Fowler, 2006).

Con relación a la argumentación, las CSC han sido propuestas en estos trabajos como un apoyo para estimular la producción argumental de los estudiantes. De esta manera, estas cuestiones se convierten en un medio para comprender el desarrollo de la habilidad argumentativa, llegando a ser la principal razón por la cual se integran ambas perspectivas. Por tanto, las CSC son asumidas como una “estrategia didáctica”, la cual, debido a su naturaleza polémica y controversial, permite

establecer los avances de los estudiantes en la estructuración de sus argumentos a medida que posibilita la crítica y la refutación de ideas usando como base el conocimiento científico.

En la Figura 5, se sintetizan las razones por las cuales se abordan las CSC dentro del campo de la argumentación científica y las contribuciones que éstas pueden tener a los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Figura 5. Esquema representativo de las problemáticas presentes para la subcategoría Argumentación y las contribuciones de abordar CSC.



5.2.1.2. Pensamiento crítico

Sobre el pensamiento crítico se encuentran numerosas investigaciones que establecen relaciones entre este tema con las CSC (Beltrán, 2010; Torres y Martínez, 2011; Torres, 2011; Díaz, Ruiz y Suárez, 2014; Torres, 2014; Quiroga y Verano, 2014; Cano *et al.*, 2015; Torres y Solbes, 2016; Chaparro, García y Ochoa, 2016; Rodríguez y Martínez, 2017; Del Castillo y Chapid, 2017; Duque, 2018; Mazo, *et al.* 2018 y Pinzón *et al.* 2018).

En los diferentes trabajos revisados, se resalta la necesidad de posibilitar una educación científica que le permita al estudiante tomar posturas críticas frente a las situaciones en las que desenvuelve a diario, de modo que pueda resolver problemas dentro y fuera del aula (Torres y Solbes, 2016).

En este sentido, la principal problemática identificada y por la cual se incita a trabajar el pensamiento crítico a partir de la discusión de CSC en el aula de clase, está relacionada con la falta de preparación de los estudiantes para solucionar diversos problemas del contexto, tomar decisiones fundamentadas y generar respuestas argumentadas críticamente (Quiroga y Verano, 2014), de ahí que la solución de acuerdo con estos investigadores, sea trabajar en el diseño e implementación de estrategias didácticas que no solo permitan el aprendizaje de la disciplina, sino también la generación de espacios de discusión y reflexión que favorezcan el desarrollo del pensamiento crítico.

Otra situación referida en los textos analizados tiene que ver con la formación de profesores. Investigadores como Díaz, *et al.* (2014) señalan una falta de escenarios que permitan fortalecer el desarrollo del pensamiento crítico dentro de la formación inicial docente, lo cual, en algunas ocasiones, al no poner en tensión las ideas previas que tienen los futuros maestros con relación a la construcción del conocimiento científico y sus concepciones sobre ciencia, favorecen el arraigo de perspectivas dogmáticas y acríicas que permean su práctica futura.

Sobre la situación antes enunciada, Torres (2014) sugiere articular la formación docente con las CSC, porque según ella, los aportes de esta perspectiva le permiten desarrollar habilidades para la selección de información adecuada y veraz, para luego cuestionarla y reflexionar críticamente sobre ella.

Dadas las anteriores problemáticas, diferentes investigaciones resaltan la importancia de fortalecer el desarrollo de este tipo de pensamiento de forma continua e intencionada en estudiantes de educación básica y media y de formación inicial docente. Para Díaz *et al.* (2014) y Torres (2014), cuando se abordan CSC en el aula, se logra que el estudiante reconozca la necesidad de verificar, analizar y cuestionar diferentes fundamentos que se suelen considerar como verdaderos y a partir de ahí, orientar la tomar decisiones frente a situaciones de la vida diaria. De este modo, el desarrollo del pensamiento crítico permite a estudiantes de todos los niveles académicos analizar y cuestionar todo tipo de información que el medio le provee.

De todas las investigaciones revisadas referidas al pensamiento crítico y las CSC, se puede concluir que el papel de estas cuestiones sigue siendo instrumental, visualizándose como un medio y no un fin en sí mismo. Así como se concluyó al revisar las investigaciones referidas al desarrollo de la habilidad argumentativa, el pensamiento crítico se ve fortalecido con el trabajo alrededor de estas cuestiones.

En la Figura 6 se relacionan algunas de las problemáticas identificadas sobre el desarrollo del pensamiento crítico y su relación con el abordaje de CSC.

Figura 6. Esquema representativo de las problemáticas presentes para la subcategoría Pensamiento Crítico y las contribuciones de abordar CSC.



5.2.2. La educación científica y tecnológica para la participación ciudadana

En esta categoría se refieren tres subtemas importantes dentro de los principales hallazgos de las investigaciones sobre CSC, estos son: la alfabetización científica y tecnológica, la naturaleza de las ciencias y la formación sociopolítica, las cuales se relacionan debido a las conexiones

existentes entre ellas; por ejemplo, para algunos autores la naturaleza de las ciencias hace parte del proceso de alfabetización científica y tecnológica (Acevedo, 2010) y para otros, la formación sociopolítica se sitúa dentro de la alfabetización científica porque ampliar las relaciones CTSA (Hodson, 2004, 2010).

A continuación, se explicita cada una de estas temáticas y se aborda los asuntos problemáticos enunciados por los autores revisados.

5.2.2.1. Alfabetización científica y tecnológica

Dentro de los trabajos revisados, se encontró que la alfabetización científica y tecnológica, se constituye en un propósito de un número importante de estas investigaciones (Beltrán, 2010; Beltrán, 2013; Molano, 2014; Bonilla, 2014; Pabón y Muñoz, 2014; García y Martínez, 2015; Pinzón, *et al.*, 2015; Contreras, 2016; Parga y Romero, 2016; Arias y Dallagnol, 2016; Chaparro, *et al.*, 2016; Salazar y Garizado, 2017; Rodríguez, 2017, Duque, 2018; Olarte, 2018). En algunos trabajos como los de García y Martínez (2015) y Bonilla (2014) se evidencia como problema, la falta de estrategias metodológicas que promuevan la formación de ciudadanos alfabetizados científicamente con capacidades para la toma de decisiones relacionadas con la ciencia y la tecnología.

Para otros investigadores como Pabón y Muñoz (2014), los avances científicos y tecnológicos de la modernidad han cumplido un papel importante dentro de la sociedad; sin embargo, se debe reconocer los impactos sociales y ambientales que estos han generado. En este sentido, Olarte (2018) plantea que las CSC surgen como valor agregado, porque precisamente permiten problematizar la visión distorsionada de los avances de la ciencia y sus controversias, contribuyendo a que se construyan aprendizajes a partir de situaciones de la vida cotidiana, favoreciendo la formación de ciudadanos desde y para la actuación. Del mismo modo, Molano (2014) asegura que la inclusión de CSC en el aula de clase genera aportes significativos en la construcción de posturas críticas en los estudiantes, permitiéndole valorar causas y consecuencias, ventajas y desventajas y pros y contras de la posición asumida a partir del uso de conceptos, productos y procedimientos científicos relacionados.

Cabe resaltar que, los diferentes trabajos desarrollados desde la perspectiva de la alfabetización científica y tecnológica, no solo se enfocan al contexto escolar de básica y media,

sino que también se refieren a la formación inicial docente. En este último campo, resaltan la importancia de desarrollar habilidades críticas en los futuros profesores que les permitan reflexionar sobre el impacto de los avances científicos y tecnológicos y su influencia en la sociedad (Pabón y Muñoz, 2014). Desde esta perspectiva, se busca que los profesores en formación se enfoquen en el diseño de alternativas metodológicas para la enseñanza que les permita cambiar la imagen de ciencia estática y lineal marcada por el seguimiento acrítico del método científico, con la intención de que los docentes implementen en sus clases las CSC (Contreras, 2016; Salazar y Garizado, 2017).

Ahora bien, para autores como Rodríguez (2017), han sido las CSC las que en los últimos años han permitido una mayor comprensión del enfoque CTS por su potencial práctico y dinámico para el trabajo de aula; de hecho, varias investigaciones atañen el surgimiento de CSC dentro de esta línea (Molano, 2014; Carvajal y Martínez, 2014; Rodríguez y Martínez, 2014; Arias y Dallagnol, 2016; Beltrán y Marín, 2017; Salazar y Garizado, 2017; Pinzón, *et al.*, 2015), donde se le asume como “una manera de materializar en el currículo escolar los retos propuestos por dicho enfoque [CTS]” (Arias y Dallagnol, 2016, p. 1319).

Sin embargo, estos planteamientos no dejan de poner al descubierto las CSC como una estrategia o herramienta que favorece la alfabetización científica y tecnológica de los estudiantes, cumpliendo nuevamente un papel de mediador o de complemento para alcanzar otros fines. Al tomar las CSC entonces como estrategia o herramienta didáctica, básicamente se reduce su función a la posibilidad de llevar al aula propuestas que faciliten la comprensión la ciencia y la toma de posturas críticas frente a ella.

En la Figura 7, se relacionan algunas de las problemáticas identificadas sobre la alfabetización científica y tecnológica y su relación con el abordaje de CSC.

Figura 7. Esquema representativo de las problemáticas presentes para la subcategoría Alfabetización científica y tecnológica y las contribuciones de abordar CSC.



5.2.2.2. Naturaleza de las ciencias

Dentro de los trabajos revisados, se encuentra que la NdC hace parte de los constructos teóricos abordados de algunas investigaciones (Beltrán, 2013; Moreno, Martínez y Pacheco, 2014; Moreno, Jandira y Pacheco, 2014; Ramos y Muñoz, 2014; Cano *et al.*, 2015 y Mazo, *et al.*, 2018).

Al analizar las problemáticas enunciadas en estos trabajos, autores como Mazo, *et al.* (2018), pudieron establecer que una de las motivaciones para incluir la NdC en las clases de ciencias naturales, tiene que ver con la necesidad de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje utilizando como medio la comprensión de los aportes históricos y epistemológicos en la construcción del conocimiento científico. Lo anterior, según Beltrán (2013), lleva a que los estudiantes comprendan qué es la ciencia y cuál es su papel en la sociedad, develando, según Moreno, Jandira y Pacheco, (2014), Moreno, Martínez y Pacheco (2014) y Romero (2018) su funcionamiento externo e interno, los métodos usados en la validación del conocimiento producido y las aportaciones de la ciencia a la cultura y al progreso de la sociedad.

Otra de las problemáticas identificadas en estos escritos plantea la existencia de falencias en el proceso de formación científica de profesores y estudiantes, debido a que las concepciones sobre ciencia que estos han ido construyendo, carecen, en algunos casos, de reflexión desde el punto de vista de la naturaleza de las ciencias, lo que conlleva a la acumulación de conocimientos establecidos como dogmas, los cuales luego pueden ser replicados a sus estudiantes (Ramos y Muñoz, 2014). Además de esta dificultad, la investigación de Moreno, *et al.* (2014) también resalta que, a pesar de que existe una amplia literatura sobre la inclusión de asuntos relacionados con la NdC en la formación de profesores, no se evidencian muchas propuestas enfocadas en la comprensión de esta.

En cuanto a estas dificultades, Romero, Aguilar y Mejía (2016) develan la ausencia de material didáctico que aborde explícitamente la NdC de forma adecuada y que pueda ser utilizado en la enseñanza, sin embargo, se encuentra que las CSC pueden aportar a la comprensión de esta, tanto en nivel escolar, como en la formación inicial docente, por lo que estas permiten trabajar con situaciones reales, facilitando el cuestionamiento sobre el funcionamiento de las ciencias, la comprensión de su epistemología, así como la visibilización de los valores y limitaciones de la ciencia que ponen en tensión el conocimiento científico (Mazo, *et al.*, 2018 y Arango *et al.*, 2018).

De ahí entonces que las CSC emergen como una alternativa que posibilita la construcción de propuestas para enseñar la ciencia recurriendo a la cotidianidad y a la problematización de la misma (Ramos y Muñoz, 2014). A modo de relación se puede indicar que “la naturaleza de las ciencias prepara al estudiante para tomar posición frente a las Cuestiones Socio-Científicas, permitiéndole ejercer una ciudadanía plena” (Krapas, 2013, p. 1844) donde la dimensión controversial que caracteriza a estas cuestiones, posibilita ir más allá y comprender la “ciencia en construcción” por qué el abordaje de estas, permite percibir las discrepancias entre científicos y otros expertos, debido a la ventaja que presentan de visibilizar los procesos sociales que generalmente no son visibles para el público, por lo que suelen quedar confinados en el laboratorio (Díaz, *et al.*, 2014).

En la Figura 8 se relacionan las problemáticas identificadas sobre la NdC y su relación con el abordaje de CSC.

Figura 8. Esquema representativo de las problemáticas presentes para la subcategoría Naturaleza de las ciencias y las contribuciones de abordar CSC.



5.2.2.3. Formación sociopolítica

Al revisar las diferentes investigaciones documentadas en el presente Estado del Arte, se encontraron varios trabajos en el país que relacionan las CSC con la formación sociopolítica de los estudiantes de básica y media y también de profesores (Beltrán, 2010; Torres, 2011; Torres y Martínez, 2011; Quiceno y Vélez, 2011; Arango, 2012; Mesa y Seña, 2013; Cano *et al.*, 2015; Pinzón *et al.*, 2015; Botero y Jurado, 2016, Mazo, 2018 y Arango *et al.*, 2018). Todos estos trabajos coinciden en señalar que la educación científica contemporánea debe estar orientada a la formación de ciudadanos activos y partícipes de su proceso educativo, capaces de tomar decisiones y de proponer ideas alternativas que contribuyan a la solución de las problemáticas que los afectan (Arango, 2012), lo cual redundaría en la formación de ciudadanos capaces de “atender a las dimensiones sociales, políticas y éticas de las prácticas científicas y sus consecuencias” (Botero y Jurado, 2016, p. 10).

Lo anterior es expresado también por Pinzón *et al.* (2015) al indicar que

[...] la formación científica de los estudiantes debe contribuir a la formación de futuros ciudadanos responsables de sus actos, tanto individuales como colectivos, conscientes y conocedores de los riesgos, pero activos y solidarios para conquistar el bienestar de la sociedad y, finalmente, críticos y exigentes frente a quienes toman las decisiones. (p. 77)

Como uno de los ejes problemáticos que se abordan en estos escritos, Botero y Jurado (2016) aluden a la necesidad de incentivar la formación sociopolítica de los estudiantes como mecanismo para favorecer el interés por la ciencia y la visibilización de ésta como una construcción humana que responde, en ciertos casos, a intereses políticos, económicos y sociales.

En este sentido, investigaciones como la de Quiceno y Vélez (2011) explicitan la necesidad de fomentar posturas críticas en los estudiantes, de tal manera que se posibilite la formación de ciudadanos políticos desde las clases de ciencias, en pro de que estos –los estudiantes– sean capaces de formular sus propias opiniones frente a temas y situaciones donde la ciencia juega un papel importante. Las autoras otorgan relevancia a la estructuración de ideas sustentadas que le permitan a los educandos tomar decisiones y apartarse de toda visión dogmática de la actividad científica y tecnológica.

Desde este panorama, autores como Arango *et al.* (2018) justifican la inclusión de las CSC en las propuestas de aula, considerando que estas promueven y permiten la formación sociopolítica de los estudiantes, al ser analizadas en función del contexto próximo de los estudiantes. Por tanto, algunos trabajos en la línea expresan que las Cuestiones Socio-Científicas contribuyen a la “formación de ciudadanos que participen de forma activa y fundamentada en la sociedad” (Torres y Martínez, 2011, p.67).

Otro aspecto relevante encontrado en los trabajos de investigación (Arango, *et. al.*, 2018; Giraldo, *et al.*, 2014; Quiceno y Vélez, 2011) tiene que ver con el abordaje de CSC en las clases de ciencias para una “formación científica en y para la civilidad”, donde de acuerdo con teóricos como Henao y Palacios (2013), este tipo de formación hace que se

[...] visibilice el carácter político del trabajo científico, se muestren las imbricaciones entre las ciencias, la política, la economía, la ética y la estética, se expongan las implicaciones de las ciencias en otras actividades socioculturales y de éstas en el trabajo científico. (p. 140)

Algunas de las investigaciones revisadas se refieren a la necesidad de articular esta formación dentro de los currículos de los programas universitarios de formación de profesores de

ciencias naturales, asumiendo que una de las funciones de los docentes de esta área, es precisamente la formación de ciudadanos que actúen con responsabilidad social —donde el beneficio colectivo prime sobre el individual— (Torres, 2011), así como la formación de ciudadanos éticos, respetuosos con todas las manifestaciones de la vida, cuyas decisiones estén enfocadas en el mejoramiento de la sociedad y el ambiente (Mesa y Seña, 2013).

En este sentido, autores como Quiceno (2015) en un artículo de reflexión derivado de la propuesta de investigación de Quiceno y Vélez (2011), alude a la necesidad de formar ciudadanos políticos en la escuela y en la universidad, por lo tanto, recomienda dirigir la mirada a la formación inicial docente, bajo la premisa de que las dificultades que pueden presentar los estudiantes en el aprendizaje del conocimiento científico, pueden ser un reflejo de problemas presentes en las prácticas docentes. De esta manera, defiende que una formación sociopolítica impartida y fortalecida dentro de la formación de profesores, podría lograr procesos educativos en la escuela enfocados a la formación para la autonomía y la democracia.

Es así entonces, como se refleja la necesidad de que los ciudadanos en general estén bien informados y capacitados para emprender acciones que permitan romper con las dinámicas sociales que afectan a las comunidades, haciendo uso, en este caso, del conocimiento científico. Lo anterior legitima la inclusión de las CSC como movilizador de este tipo de formación (Hodson, 2010).

En la Figura 9 se relacionan las problemáticas identificadas sobre la formación sociopolítica de los ciudadanos y su relación con el abordaje de CSC.

Figura 9. Esquema representativo de las problemáticas presentes para la subcategoría Formación sociopolítica y las contribuciones de abordar CSC.



5.2.3. Integración curricular: las CSC y su carácter interdisciplinar

En los diferentes trabajos de investigación revisados, se ha encontrado que las CSC favorecen la integración curricular (Torres, 2011; Castro y Carrión, 2014, Cano *et al.*, 2015; Pinzón *et al.*, 2015; Rueda y Garzón, 2016; Forero, 2016), y aunque el volumen dentro de las unidades de análisis y registro de esta categoría es menor en comparación a otras, es importante dar cuenta de ello.

En este sentido, se identificó como problemática dentro de los trabajos revisados, la existencia de un currículo el cual

[...] es visto como producto centrado en la disciplina, los desempeños y resultados, sin prestar atención a su desarrollo, lo cual hace evidente que la mayoría de los profesores realizan su planeación de manera diferente sin prestar atención a la integración curricular. (Rueda y Garzón, 2016, p.12)

A raíz de la necesidad de trabajar en conjunto las asignaturas escolares, así como la relación de los conocimientos con el contexto de los estudiantes, se encuentra como oportunidad el abordaje de CSC, por lo que estas permiten la interdisciplinariedad de las áreas, así como la transversalidad de los conocimientos científicos en el aula.

Las investigaciones analizadas resaltan de estas cuestiones, la posibilidad que estas brindan de vincular temas ambientales, generando una complementariedad entre la educación científica y la educación ambiental (Torres, 2011 y Forero, 2016). Asimismo, se encuentra que estas favorecen la reflexión sobre las ciencias porque relacionan la tecnología con la dinámica social, aludiendo a que estas promueven “una dinámica educativa interdisciplinaria y crítica” (Pinzón *et al.*, 2015, p.77).

Bajo esta misma idea, las CSC han permitido considerar la inclusión en el currículo escolar de componentes que orientan la enseñanza de las ciencias hacia aspectos sociales y personales del propio estudiante, que de acuerdo con Castro y Carrión (2014) “posibilitan la construcción de un currículo centrado en la integración de diferentes conocimientos pedagógicos-didácticos y disciplinares” y apoyan a “que durante el proceso los sujetos se puedan formar con ética y valores como agentes activos, políticos y sociales” (p. 62).

En este punto es importante resaltar que, la problemática referente a la falta de conexiones entre el mundo del aula y el mundo real, se ha venido dando a lo largo de la historia, debido a que las asignaturas escolares se han trabajado aisladas unas de otras, desconociéndose la construcción y comprensión de los nexos existentes entre ellas y con la realidad, yendo, según Torres (1994) en contravía de la verdadera razón de ser de la educación: “preparar a los ciudadanos y ciudadanas para comprender, juzgar e intervenir en su comunidad, de una manera responsable, justa, solidaria y democrática” (p. 20).

Es así entonces, se puede concluir que las CSC posibilitan integrar, organizar y secuenciar los diferentes contenidos de las áreas curriculares de manera significativa, de modo que sean más reconocibles y comprensibles para los estudiantes porque responden a su realidad y a situaciones que pueden atraer su atención e interés.

En la Figura 10 se relacionan las problemáticas identificadas sobre la integración curricular y su relación con el abordaje de CSC.

Figura 10. Esquema representativo de las problemáticas presentes para la subcategoría Pensamiento Crítico y las contribuciones de abordar CSC.

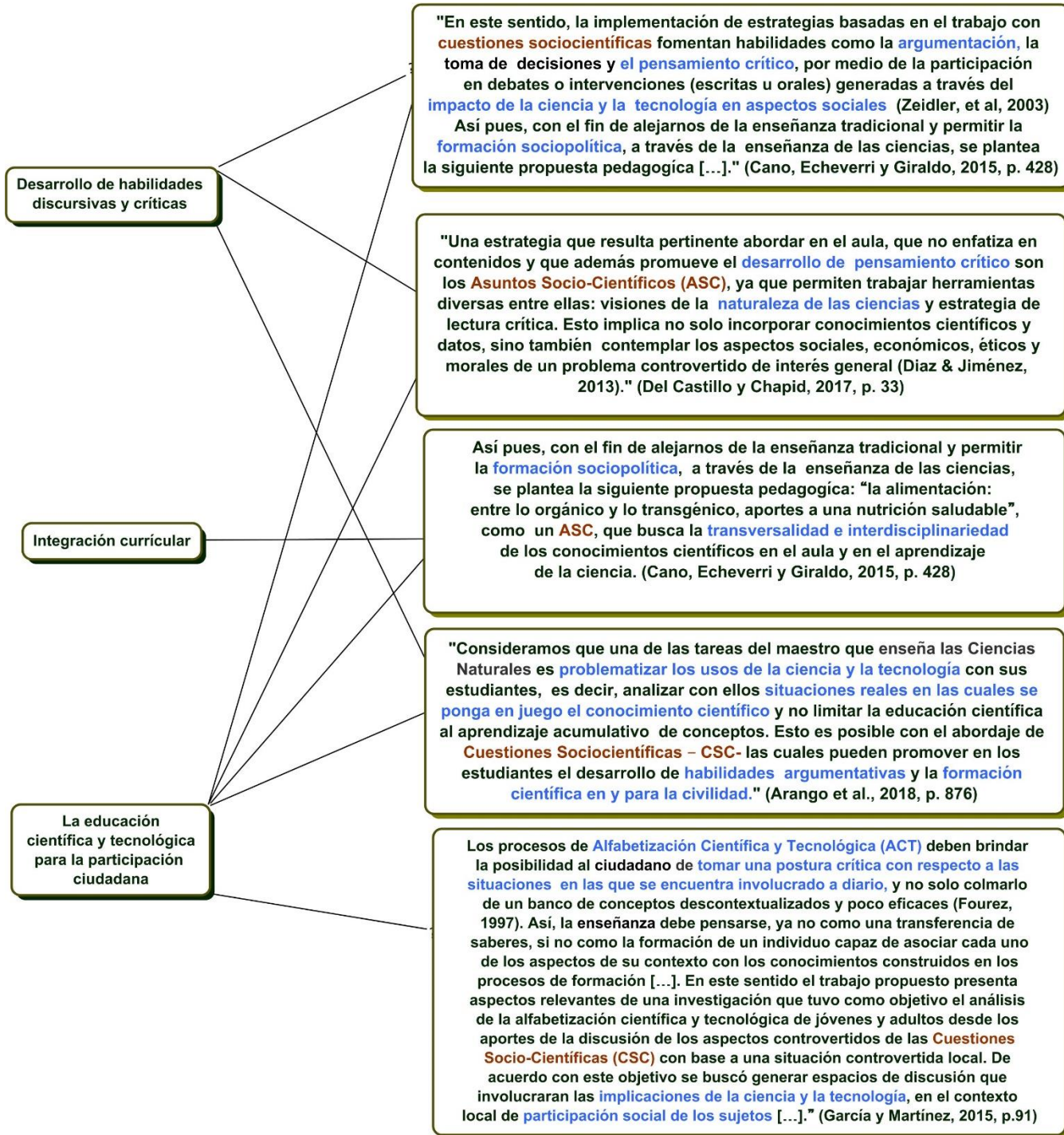


5.2.4. Apreciaciones generales sobre las problemáticas en la educación científica que articulan las CSC.

En general, se encuentra en los diferentes planteamientos del problema y justificaciones de los trabajos de investigación sobre CSC identificados, la presencia de relaciones y vínculos existentes entre las categorías antes mencionadas –Desarrollo de habilidades discursivas y críticas; La educación científica y tecnológica para la participación ciudadana; e Integración curricular–, encontrándose que un planteamiento del problema puede abordar varios asuntos problemáticos como: el desarrollo de pensamiento crítico, la argumentación, la formación sociopolítica, la alfabetización científica y tecnológica, la naturaleza de las ciencias y la integración curricular. De este modo, un trabajo puede centrarse solo en uno de estos asuntos o en varios, debido quizás a la proximidad y relaciones que se pueden establecer entre los mismos.

Para comprender mejor las relaciones que se entretienen entre el sistema de categorías y subcategorías propuesto en este apartado, en la Figura 11 que se pueden visualizar algunas conexiones a partir de cinco unidades de análisis, de las cuales se resalta en color marrón la palabra CSC o ASC y con color azul las líneas que hacen alusión a las diferentes subcategorías.

Figura 11. Esquema representativo de las diferentes relaciones existentes entre categorías y subcategorías.



Si bien los trabajos revisados dan cuenta de la inclusión de las CSC en el aula de clase en consonancia con una amplia gama de perspectivas pedagógicas y didácticas, se demuestra también que estas –las CSC– juegan un papel subalterno en estos trabajos, convirtiéndose en una especie de herramienta multifuncional que apoya el desarrollo de otras perspectivas, lo cual quizás se debe a la dificultad para la delimitación conceptual que estas tienen al estar relacionadas y/o asociadas con otros tópicos.

De este modo, las CSC aportan a la argumentación, pero también al pensamiento crítico, a la naturaleza de las ciencias, a la alfabetización científica y tecnológica e incluso a la formación sociopolítica (Hodson, 2004, 2010; Arango, Henao y Romero, 2012 y Jiménez–Aleixandre, 2009), lo cual justifica su relevancia y la necesidad de articularlas a las propuestas curriculares de ciencias naturales.

Los trabajos investigativos que hacen parte de este Estado del Arte muestran una falta de consenso dentro de la comunidad académica sobre el rol o papel que cumplen las CSC; para algunos, estas responden a una estrategia didáctica (Torres, 2011; Carvajal y Martínez, 2014; Cubillos y Duarte, 2015; Pinzón, *et al.*, 2015; Beltrán, Gutiérrez, Martínez y Ramírez (2017); Beltrán, Martínez y Ramírez, 2017), para otros son una herramienta (Pabón, Muñoz y Vallverdú, 2015, Correa, 2017 y Romero, 2018), y un enfoque (Díaz, *et al.*, 2014), coincidiendo la gran mayoría en el papel subsidiario de las CSC al relegarles una función de apoyo dentro de otras perspectivas.

En consecuencia, en general pareciera que el proceder de las CSC dentro de las diferentes investigaciones fuese de insumo didáctico, debido a que regularmente hacen parte de las actividades esbozadas en secuencias o unidades didácticas. Sin embargo, para Olarte (2018), es cuestionable las múltiples definiciones y formas de trabajo que se le suelen atribuir a las CSC, afirmando que su principal problema es de tipo epistemológico a causa de la falta de consenso para definir las, lo que conlleva a problematizar la consolidación del campo conceptual de las mismas.

De otro lado, y como otro de los hallazgos identificados en este trabajo, se encuentra que la toma de decisiones es un proceso que transversaliza las diferentes subcategorías, pues su tendencia es de complementariedad a la argumentación (Rodríguez y Suárez, 2017), al pensamiento crítico (Torres, 2011), a la formación sociopolítica (Quiceno y Vélez, 2011) y a la alfabetización científica (Pinzón *et al.*, 2015; Parga y Romero, 2016).

Básicamente, se evidencia que la toma de decisiones informadas se puede facilitar cuando se fortalece el desarrollo de estas habilidades y/o aprendizajes en y sobre las ciencias en los estudiantes, puesto que, en general, facilita que los educandos asuman posturas propias frente a situaciones que pueden ser polémicas y que hacen parte de su contexto. De hecho, uno de los problemas identificados en las investigaciones abordadas, está enfocado básicamente en la dificultad que pueden tener los estudiantes para comunicar y expresar sus ideas cuando están en desacuerdo frente a determinada situación (Rodríguez y Suárez, 2017).

Desde este panorama, la toma de decisiones constituye un atributo diferencial de las CSC, lo cual se debe a la posibilidad de generar debate a partir de los dilemas o controversias que caracterizan estas cuestiones. Durante su abordaje, el estudiante evalúa la idoneidad de las ideas e informaciones que circulan alrededor del asunto de interés, al igual que debe asumir las consecuencias potenciales de la decisión tomada. Por tanto, de acuerdo con Arango, Henao y Romero (2012) las CSC, dentro de la toma de decisiones “constituyen una posibilidad de formación para la flexibilidad intelectual, la apertura a la crítica y el fomento de actuaciones responsables e informadas” (p. 53).

Para finalizar, se concluye que la mayor contribución de las CSC está en la posibilidad que brindan para que los estudiantes puedan conocer el impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad, desde la problematización de situaciones controvertidas asociadas a su contexto. La perspectiva desde la cual se justifican todos los trabajos sobre CSC identificados, está enfocada en la oportunidad que estas representan para permitir que el estudiante recurra a la cotidianidad y a la problematización de esta.

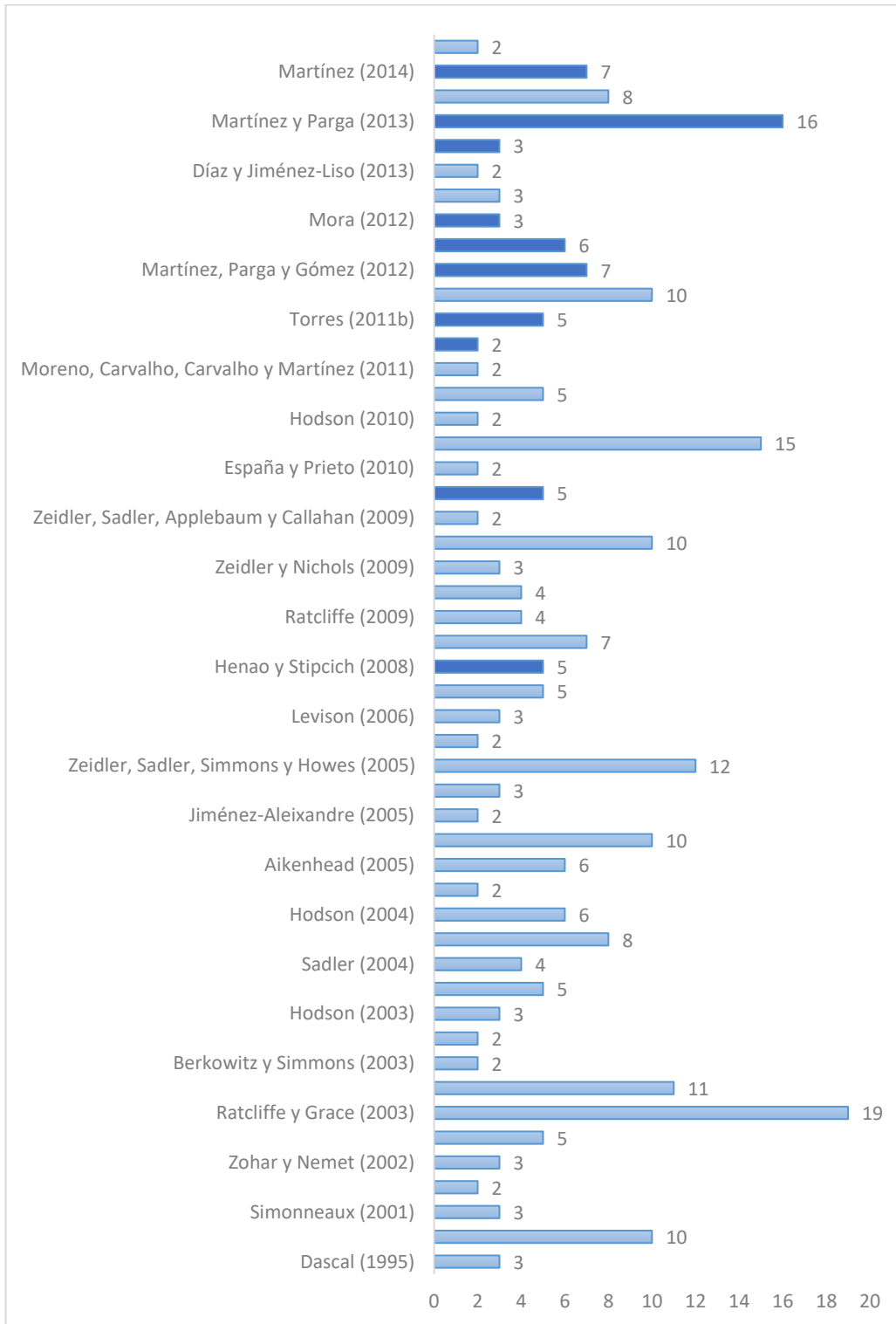
5.3. Textos de CSC más citados en marcos teóricos de investigaciones colombianas

Para identificar los teóricos de la perspectiva CSC referenciados en Colombia, fue necesario rastrear los textos más citados en los marcos teóricos de las investigaciones que hacen parte de este Estado del Arte. De esta revisión, se identificaron en total 50 trabajos como los más citados, donde se puede apreciar que, las fechas de publicación de estos textos, oscilaban entre los años 2000 y 2014, concordando así con los planteamientos de Martínez y Parga (2013) quienes aluden que, las CSC son una perspectiva de trabajo muy reciente, que emergió en los primeros años del siglo XXI a nivel internacional.

De los textos citados, nueve vinculan autores colombianos (Henao y Stipcich, 2008; Beltrán, 2010; Torres, 2011a, b; Martínez, Parga y Gómez, 2012; Martínez 2012; Mora, 2012; Henao y Palacio, 2013; Martínez y Parga, 2013 y Martínez, 2014), los cuales representan el 18% del total —50 textos— referenciados en las investigaciones, hecho que es relevante porque evidencia que los autores de investigaciones sobre CSC están reconociendo la producción científica adelantada en el país, permitiendo dar cuenta del potencial investigativo que se viene entretejiendo en torno a esta perspectiva.

En el Gráfico 11 se relacionan los trabajos sobre CSC referenciados en los marcos teóricos de las investigaciones identificadas en este Estado del Arte, desarrolladas en Colombia en el periodo 2000-2018. En ella se visualiza el número de trabajos revisados que citan estos artículos investigativos o reflexivos relacionados con las CSC. Cabe anotar que, las barras representadas en color azul más oscuro identifican a los autores colombianos que fueron citados en las investigaciones revisadas.

Gráfico 11. Textos que abordan CSC referenciados en investigaciones colombianas que hacen parte de este Estado del Arte.



Asimismo, también se evidenció que la gran mayoría de los textos referenciados en los trabajos recopilados en este estudio, se encuentran entre el periodo 2000-2009, con un 60% del

total de publicaciones (50 textos), con una producción mayoritaria en el idioma inglés, comenzando a aflorar con más recurrencia publicaciones en español a partir del 2010, siendo actualmente los textos en español los que más se referencian en los trabajos que hacen parte del presente Estado del Arte. Este hecho permite inferir que luego de las primeras publicaciones en Colombia sobre CSC que incorporaban referencias de textos en inglés, éstas nuevas publicaciones en español se empiezan a referenciar en la producción académica emergente en el país. En la Tabla 7, se relaciona el número de textos identificados por periodo de tiempo y el idioma de su publicación.

Tabla 7. Cantidad de trabajos por periodo de tiempo referenciados en las investigaciones sobre CSC desarrolladas en Colombia e idioma de acceso a estos textos.

Periodo	Número de textos Citados	Idioma de los textos citados		
		Español	Inglés	Portugués
1995-1999	1	1	0	0
2000-2004	15	1	13	1
2005-2009	15	4	8	3
2010-2014	19	14	2	3

5.3.1. CSC y sus referenciales teóricos en Colombia

Ahora bien, una vez identificados los textos más referenciados en las diferentes investigaciones, se presenta un TOP 10 de estos trabajos, siendo los más citados dentro de las investigaciones sobre CSC que hacen parte de este Estado del Arte: Ratcliffe y Grace (2003) referenciados en diecinueve trabajos; Martínez y Parga (2013) en dieciséis; Jiménez-Aleixandre (2010) en quince trabajos; Zeidler, Sadler, Simmons y Howes (2005) en doce; Zeidler, Osborne, Erduran, Simon y Monk (2003) en once trabajos; Días y Jiménez-Liso (2012), Zenteno-Mendoza y Garritz (2009), Sadler y Zeidler (2005), Kolstø (2001) cada uno en diez trabajos y Solbes (2013) referenciados en ocho trabajos.

Al revisar la vinculación académica de estos autores que hacen parte del TOP 10, se encuentra que los investigadores colombianos que han desarrollado trabajos dentro de la

perspectiva CSC, al construir sus marcos teóricos, han recurrido en su mayoría a producciones procedentes de académicos radicados en España, EEUU, Reino unido, Colombia y México. En la Tabla 8, se relacionan estos autores que hacen parte del TOP 10 del total de textos identificados, así como la vinculación académica de los mismos.

Tabla 8. Vinculación académica de los autores más referenciados en investigaciones sobre CSC desarrolladas en Colombia

Nombre autor (es)	Afiliaciones del autor	País
Dankert Kolstø Stein	University of Bergen	Noruega
Naira Díaz Moreno	Universidad de Almería	España
María Rut Jiménez-Liso		
María Pilar Jiménez-Aleixandre	Universidad de Santiago de Compostela	
Mary Ratcliffe	University of Southampton	Inglaterra
Marcus Grace		
Jonathan Osborne	King's College London	Reino Unido
Martin Monk		
Sibel Erduran	University of Oxford	Reino Unido
Shirley Simon	University College London	
Dana L. Zeidler		
Michael L. Simmons	University of South Florida	EE. UU
Elaine V. Howes		
Troy D. Sadler	University of North Carolina	
Blanca Estela Zenteno-Mendoza	Universidad Nacional Autónoma de	México
Andoni Garritz	México	
Leonardo Fabio Martínez Pérez	Universidad Pedagógica Nacional	Colombia
Diana Lineth Parga Lozano		

Dentro de los referentes más citados, resalta la incidencia que ha tenido el trabajo de Martínez y Parga (2013), al convertirse en el segundo texto más referenciado dentro de las investigaciones de CSC que se desarrollan en el país, lo cual podría evidenciar una línea de trabajo

sobre CSC que se ha venido fortaleciendo dentro del grupo de investigación ALTERNACIENCIAS⁴. Este hecho resalta la importancia de los colectivos de pensamiento en la construcción de conocimiento, en la definición, estructuración y consolidación de líneas de trabajo en el campo de la educación científica.

Por otro lado, desde esta revisión que se realizó de los diferentes marcos teóricos de las investigaciones que hicieron parte de este Estado del Arte, se hace relevante la multiplicidad de nominaciones existentes para referirse a CSC. Según esta revisión, la forma más empleada para denominar esta perspectiva es: “Cuestiones sociocientíficas – Socio- científicas” definida así en 45 investigaciones, seguida de “Asuntos Socio-científicos” en 15 y “Controversias Sociocientíficas” en 5 investigaciones. En la Tabla 9 se puede ver la relación de los diferentes nombres con los que se le asocia y las diferentes investigaciones que hacen uso de estos términos.

Tabla 9. Denominaciones asociadas a las CSC, identificadas en los diferentes trabajos de investigación que hacen parte de Estado del Arte

Denominaciones de las CSC	Autor (es)
Asuntos Socio-Científicos	Quiceno y Vélez (2011); Arango (2013); Mesa y Seña (2013); Giraldo, Robledo y Uribe (2014); Cano, Echeverri y Giraldo (2015); Valencia (2015); Vera (2015); Arboleda y Virgen (2016); Beltrán y Marín (2017), Del Castillo y Chapid (2017); Fernández <i>et al.</i> (2018); Mazo, (2018); Olarte (2018); Giraldo (2018); Rodríguez y Suarez (2018)
Controversia Sociocientífica	Cano, Echeverri y Giraldo (2015); Olarte (2018); Contreras (2016); Ramos y Muñoz (2015); Duque (2018)
Controversias Tecnocientíficas	Romero (2018)
Controversia Científica	Pabón, Muñoz y Vallverdú (2015)
Controversias Socioambientales, Conflictos Socioambientales, Problemas Socioambientales	Contreras (2016); Castro y Carrión (2014)

⁴ Link GrupLAC Alternaciencias: <https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000004260>

Problemas Socio-Científicos- Problemáticas Sociocientíficas	García (2014); Parga y Romero (2016); Rueda y Garzón (2016); Olarte (2018); Gutiérrez (2018); García (2017)
Tema Socio-Científico - Temas Problémicos	Palomeque-Forero (2016); Olarte (2018)
Cuestiones Socio-Científicas; Cuestiones Sociocientíficas	Beltrán (2010); Torres y Martínez, (2011); Torres (2011); Beltrán (2013); Buitrago y Mejía (2014); Castro y Carrión (2014); Díaz, Ruiz y Suárez (2014); Carvajal y Martínez (2014); Quiroga y Verano (2014); Medina (2014); Moreno, Jandira y Pacheco (2014); García y Martínez (2015); Cubillos y Duarte (2015); Pinzón, Salazar y Martínez (2015); Muñoz y Castrillón (2015); Cano, Echeverri y Giraldo (2015); Rodríguez y Martínez (2014); Molano (2014); Bonilla (2014); Vera (2015); Gallo (2013), Ruiz (2014), Torres y Solbes (2016); Arias y Dallagnol (2016); Arboleda y Virgen (2016); Botero y Jurado (2016); Bastidas y Guerras (2016); Pelayo y Martínez (2016); Chaparro, García y Ochoa (2016); Forero (2016); Quintero (2016); Correa (2017); Ducuara (2017); Rodríguez (2017); Beltrán, Martínez y Ramírez (2017); Fula y Herrera (2017); Salazar y Garizado (2017); Arango <i>et al.</i> (2018); Olarte (2018); Roza y Martínez (2018); Duque (2018); Romero (2018); Gómez <i>et al.</i> (2018); Mazo, Arango y Amelines (2018); Casallas y Martínez (2018)

Los anteriores terminos que definen CSC generalmente se componen por dos palabras, reflejandose una relación semantica de identidad o semejanza de los significados muy marcada en la primera palabra de los terminos (cuestión, controversia, problema, asunto). La segunda palabra es igual en la mayoría de los terminos identificados, solo tiene algunas variaciones de género y escritura, como es el uso o no de un guión: “socio-científico(a) o sociocientífico (a)”.

La existencia de esta variedad de nominaciones en Colombia relacionadas con las CSC puede ser producto de las traducciones del inglés al español, y ello se refleja al revisar los anteriores

referentes teóricos citados por las investigaciones, donde se ha encontrado que no solo se refieren trabajos realizados en Colombia si no también de otros países, lo cual permite inferir que el término CSC tiene sus orígenes en el idioma inglés “socio-scientific Issues o socio-scientific Issues” y ha sido la traducción a otros y desde otros idiomas la que le ha dado la variedad de sinónimos a la hora de referirnos a esta perspectiva en Colombia.

Por otra parte, y como asunto que se desvincula del anterior hallazgo, se encuentran un término completamente diferente, que no tienen relación semántica con CSC, este es *cuestiones, conflictos y/o problemas socioambientales*. Al revisar el uso de estos términos dentro de estas investigaciones (Contreras, 2016 y Castro y Carrión, 2014), se halla una asociación de los mismos como si se refiriese al mismo asunto. Estos investigadores son explícitos al usar ambos términos –Cuestiones Sociocientíficas o Socioambientales– de forma indiferente en su trabajo, además, las definiciones y referentes teóricos utilizados, son los mismos que se le atribuyen a las CSC.

Esta relación que suele hacerse entre Cuestiones Socio-científicas (CSC) y cuestiones socioambientales (CSA) quizás se debe a que la Cuestión Socio-científica abordada establece una relación importante con la dimensión ambiental, sin embargo, es importante aclarar que, aunque en algunos trabajos los términos fueron utilizados indistintamente, ambas perspectivas (Cuestiones Socio-Científicas y Cuestiones Socioambientales) no deben confundirse. Aunque parecieran tener relación, sus orígenes son diferentes, las CSC emergen del enfoque CTSA y las CSA se relacionan directamente con desarrollo sostenible y Educación ambiental.

En resumen, este subcapítulo ha esbozado las diferentes nominaciones con que se asocia las CSC en el país y refleja la acogida que estas han venido teniendo en los últimos años, el identificar trabajos teóricos que vinculan autores colombianos y que además se vienen referenciado dentro de las investigaciones que se han desarrollado, es un hecho relevante porque demuestra que aunque es una perspectiva de trabajo reciente, cada vez gana mayor interés entre los investigadores en didáctica de las ciencias, permitiendo el desarrollo de proyectos y publicaciones sobre el tema, pero sobre todo, la institucionalización de esta perspectiva y el reconocimiento por parte de pares académicos y teóricos que poco a poco han logrado trazar un horizonte, un camino de investigación para el abordaje de las CSC en la enseñanza de las ciencias naturales.

5.4. Principales hallazgos y conclusiones de las investigaciones sobre CSC que hacen parte del Estado del Arte

Al revisar las diferentes investigaciones sobre CSC identificadas, se encuentra que existen tres escenarios principales en los cuales se han desarrollado estos trabajos: en el primero de ellos, se encuentran las investigaciones realizadas con estudiantes de educación básica y media, las cuales suman en total 44 publicaciones; en el segundo escenario encontramos los trabajos desarrollados con docentes —en servicio y en formación inicial— con 21, y en el tercero, aunque con escasa representación, se encuentran 3 trabajos realizadas con estudiantes y/o egresados de otros pregrados diferentes a educación —fisioterapia, química y del área de la estética facial y corporal—. Los hallazgos y conclusiones sobre CSC expuestas en éstos últimos trabajos realizados —estudiantes y egresados de pregrados diferentes a licenciaturas—, no son tenidos en cuenta en este análisis, al estar por fuera del objeto/alcance de la investigación

Partiendo de las categorías emergentes relacionadas en el apartado “Problemáticas que han motivado el abordaje de Cuestiones socio-científica (CSC) en Colombia”, se direccionó el presente capítulo dentro de las mismas categorías –Desarrollo de habilidades discursivas y críticas, La educación científica y tecnológica para la participación ciudadana e Integración curricular– aflorando a partir del análisis, nuevas categorías y subcategorías —representadas con un asterisco (*)—, las cuales se relacionan junto con las categorías —iniciales en la Tabla 10, para cada escenario abordado.

Tabla 10. Incidencia de las categorías y subcategorías dentro de los resultados y conclusiones de las investigaciones revisadas.

CATEGORÍAS Y SUBCATEGORÍAS EMERGENTES				
Categorías	Subcategorías			Incidencia
Escenario 1: Estudiantes de educación básica y media				
Desarrollo de habilidades discursivas y críticas	Argumentación y Pensamiento crítico			16
La educación científica y tecnológica para la participación ciudadana	Alfabetización tecnológica,	científica	y	38

	Naturaleza de las ciencias y Formación sociopolítica	
Integración curricular	No Aplica	21
Actividades de aula vinculadas*	Actividades de aula vinculadas	5
CSC del contexto de los estudiantes y su incidencia en la motivación por aprender*	Contexto socio-escolar de los estudiantes y motivación	20
Dificultades y límites del trabajo con CSC*	No Aplica	3
Escenario 2: Docentes en formación inicial y en servicio		
Desarrollo de habilidades discursivas y críticas	Argumentación y Pensamiento crítico	6
La educación científica y tecnológica para la participación ciudadana	Alfabetización científica y tecnológica, Naturaleza de las ciencias y Formación sociopolítica	13
Integración curricular	No Aplica	10
Dificultades y límites del trabajo con CSC*	No Aplica	3

A continuación, se describen los principales hallazgos de cada una de las categorías y subcategorías identificadas dentro de los tres principales escenarios que hicieron parte del desarrollo de las investigaciones sobre CSC reconocidas en este Estado del Arte.

5.4.1. Escenario 1: Aportes de las CSC a la educación científica en la básica y media

En este Estado del Arte se ha evidenciado que el abordaje de las CSC se ha realizado, en su mayoría, con estudiantes de educación básica y media, encontrándose a partir de los resultados y conclusiones de las diferentes investigaciones revisadas, los siguientes hallazgos relacionados para las siguientes categorías:

5.4.1.1. Desarrollo de habilidades discursivas y críticas

Como se ha señalado anteriormente, dentro de las habilidades discursivas y críticas que hacen parte de esta categoría, se encuentra el pensamiento crítico y la argumentación. Al revisar estas subcategorías se concluye que las CSC impactan el desarrollo de estas habilidades en estudiantes de básica y media por su estrecha relación, según Del Castillo y Chapid (2017), con diferentes áreas del conocimiento, lo que conlleva a potencializar el análisis de argumentos, juzgar la credibilidad de una fuente, así como el desarrollo de habilidades para la observación, la formulación de hipótesis, entre otros elementos asociados a estas habilidades.

Por ejemplo, la investigación de Mazo (2018) muestra la necesidad de desarrollar competencias lecto-escriturales en los estudiantes, considerando que, es un impedimento lograr procesos argumentativos y críticos cuando los estudiantes tienen baja producción textual y comprensiva. De ahí la invitación que hacen para fortalecer la argumentación a través del uso de CSC, partiendo de las potencialidades que éstas tienen para la integración de saberes, la estimulación del debate y la crítica (Beltrán, 2013; Mesa y Seña, 2013; Casallas y Martínez, 2018).

Desde la experiencia de Beltrán (2010), el abordaje de CSC puede mejorar la habilidad de razonamiento verbal y análisis de argumentos, lo cual se refleja en un lenguaje mucho más claro, que denota apropiación y coherencia en los argumentos de los estudiantes.

Por su parte, Carvajal y Martínez (2014) hablan de una progresión en los niveles argumentativos; estos autores mencionan que en sus estudiantes hubo “una evolución en cuanto al uso de las pruebas y la información, no solo para generar las afirmaciones y justificaciones, sino también para la proposición de conclusiones que las sustentaran” (p.101).

Adicionalmente, Ruiz (2014) defiende que el trabajo con CSC en el aula permiten que los estudiantes sean más críticos con la información transmitida por los medios de comunicación, a la vez que posibilita que se trascienda de clases descriptivas a clases argumentativas, puesto que en el abordaje de estas controversias se puede problematizar aspectos sociales conllevando a que los estudiantes estén siempre planteando interrogantes en torno a situaciones que hacen parte de su contexto próximo. En consonancia con lo anterior, Vera (2015) reitera que el trabajo con CSC “evidencia que [los estudiantes] constantemente cuestionaban y generaban preguntas acerca de la problemática” y, por tanto “lograron establecer preguntas que relacionaban [la CSC] con su cotidianidad” (p. 93).

Es así entonces como las CSC se comienzan a visualizar en estos trabajos como un camino (Mesa y Seña, 2013), un puente (Del Castillo y Chapid, 2017) o un medio (Pelayo y Martínez, 2016) que involucra a los estudiantes en el desarrollo del pensamiento crítico y la argumentación científica.

5.4.1.2. La educación científica y tecnológica para la participación ciudadana

Esta categoría está referida a las subcategorías: Alfabetización Científica y Tecnológica, Naturaleza de las Ciencias y Formación Sociopolítica. A modo general, se encuentra que las CSC se destacan en estas subcategorías, por posibilitar integrar la ciencia y la tecnología como parte de la cultura humana, permitir la formación ciudadana y civilista, promoviendo la confrontación de la ciencia, el debate acerca de la imagen social de la misma y la crítica a su uso.

Desde la primera subcategoría “Alfabetización Científica y Tecnológica”, García y Martínez (2015) evidencian la dificultad que presentan los estudiantes al tratar de relacionar la ciencia con controversias abordadas en el aula, así como falta de establecimiento de relaciones entre las dinámicas de la ciencia con sus realidades en particular. Los investigadores, a partir de su investigación, constatan que las intervenciones lograron reflejar en el discurso de los participantes, relaciones entre la “labor científica y la realidad”. Dicen los autores, que este discurso fue favorecido por:

[...] la discusión de los aspectos controvertidos de la CSCL⁵, haciendo referencia a causas, consecuencias y soluciones de la problemática presentada y, en ese sentido, integrando la ciencia como parte de la cultura humana, y no como un agente externo; preparándose de esta manera para el ejercicio de la ciudadanía en una sociedad democrática, en clave de ciencia y tecnología y en mutua dependencia con ellas. (Blanco, 2004, citado en García y Martínez, 2015, p.103)

Según Duque (2018), la relevancia de las CSC en la alfabetización científica y tecnológica radica en que el estudiante puede ser crítico en el uso de la ciencia y la tecnología, logrando integrar aspectos sociales, éticos, políticos, socioculturales, económicos y ambientales, los cuales, de

⁵ CSCL: Cuestión socio-científica Local, término con el cual se refieren a controversias que hace parte del contexto de los participantes de la investigación.

acuerdo con Bastidas y Guerra (2016), han sido fragmentados en su enseñanza a raíz de la rigidez del sistema escolar y el escaso trabajo en equipo entre docentes.

Desde esta óptica, enmarcada dentro de la alfabetización científica y tecnológica, se resalta en diferentes investigaciones —relacionadas a continuación— el proceso de apropiación de conocimiento motivado por el abordaje de CSC, debido a la posibilidad de utilización por parte de los estudiantes de conceptos de ciencias naturales y otras áreas del conocimiento para asumir posturas frente a la problemática y/o controversia abordada, desde la construcción de argumentos y revisión de diferentes fuentes de información.

Es así como se encontró que las CSC contribuyen al proceso de apropiación de conocimiento científico de acuerdo con las investigaciones de Mesa y Seña (2013), García y Martínez (2015), Pinzón, *et al.* (2015), Cano, *et al.* (2015), Pelayo y Martínez (2016), Botero y Jurado (2016), Rueda y Garzón (2016) y Duque (2018).

Adicionalmente, Cano, *et al.* (2015) manifiestan que el uso y asimilación del significado de conceptos de carácter científico por parte de los estudiantes, es posible por los mismos escenarios de debate y discusión que se dan dentro del aula al abordar estas controversias, permitiendo que el estudiante busque información, cuestione la ciencia, se apropie del lenguaje de las ciencias y justifique su postura a partir de sus experiencias y conocimientos. De acuerdo con Giraldo (2018), esta apropiación del conocimiento científico posibilita que el estudiante desempeñe un papel activo dentro del aula, promoviendo no sólo la comprensión del concepto, sino que a la vez éste pueda asumir los diversos aspectos e implicaciones del mismo, adquiriendo valores y actitudes que puede aplicar en su entorno.

Por otro lado, como hallazgos de la segunda subcategoría “naturaleza de las ciencias”, la investigación de Pinzón, Salazar y Martínez (2018) muestran dentro de sus resultados, que los estudiantes tienden a considerar las palabras desconocidas, como de carácter científico, lo cual indica para estos investigadores, una relación de la ciencia con lo complejo, lo abstracto, permitiendo según ellos, percibir que los estudiantes manejan visiones de ciencia descontextualizadas, individualistas y elitistas, que dificultan la comprensión de la misma como una construcción social y cultural. En este sentido, otros investigadores como Beltrán (2010), resaltan el papel de las CSC en el entendimiento de la NdC, debido a que cuando estas son analizadas, posibilitan:

[...] que los estudiantes tengan una visión más amplia del papel que juega la ciencia en la sociedad, conociendo sus implicaciones éticas y sociales en las que cada estudiante se hace partícipe de lo que debe creer y hacer en un mundo tan cambiante como el nuestro. (p.151)

Es así como varios trabajos reflejan la importancia de las CSC dentro de la comprensión de la naturaleza de las ciencias. Para Carvajal y Martínez (2014), la aplicación de una “secuencia de enseñanza” para el desarrollo de los niveles de argumentación mediante las CSC “posibilitó mostrar a los estudiantes la naturaleza cambiante, abstracta y trascendente de la construcción social de la ciencia” (p. 101). Ruiz (2014), es más específico al aseverar que, las actividades que en el aula promueven la confrontación de la ciencia y el debate acerca de la imagen social de la misma, permiten que esta se pueda cuestionar, evitando que los estudiantes la vean como verdadera o terminada.

Por su parte, Botero y Jurado (2016), hablan de la comprensión de la naturaleza epistémica del conocimiento como una acción que se favorece cuando se abordan CSC con los estudiantes. En este mismo sentido, Arango (2012), afirma que sus participantes “se han acercado a la idea que la ciencia tiene limitaciones para verla como uno de varios campos sociales, por lo que es vulnerable a la manipulación de poderes como el político y el económico” (p. 93).

Este acercamiento a la comprensión de las dimensiones fundamentales de la NdC a partir del abordaje de las CSC es algo que también se evidencia en los trabajos de Quiceno y Vélez (2011), Giraldo, *et al.* (2014), García y Martínez (2015), Muñoz y Castrillón (2015), Cano, Echeverri y Giraldo (2015) y Romero (2018). Para Cano, *et al.* (2015), “las estudiantes reconocen que las ciencias no son simplemente teorías, sino que son construcciones humanas” (p. 57)

Por otra parte, dentro de los hallazgos en esta categoría se encuentran resultados y conclusiones en las diferentes investigaciones que se enmarcan en la subcategoría formación sociopolítica y aunque si bien las unidades de análisis identificadas no contenían la palabra exacta “formación sociopolítica” si se encontraron otras relacionadas y que se reflejaron en los resultados obtenidos con los estudiantes, entre las cuales se destacan: “acciones sociopolíticas” (Muñoz y Castrillón, 2015), “formación científica en y para la civilidad” (Arango, 2012), “formación ciudadana” (Vera, 2015) y “formación crítica ciudadana” (Del Castillo y Chapid, 2017).

Investigadores como García y Martínez (2015), resaltan cómo la dimensión cívica, fue evidente en los diferentes procesos de la investigación, al participar los estudiantes como

ciudadanos en la solución de la problemática presentada por la controversia. Esta dimensión cívica es definida por los autores como la toma de postura crítica y proposición de soluciones a situaciones del ámbito científico, posibilitando la autonomía del individuo en cuanto a la elección de los conocimientos que desea aprender, así como su apropiación, posibilitando su comunicación asertiva desde componentes culturales, sociales, éticos y teóricos. Por su parte, Cano, *et al.* (2015) mencionan que, los resultados de su investigación:

[...] dejan ver una formación sociopolítica en las estudiantes, esto se evidencia cuando las alumnas asumen posturas críticas, reflexivas y propositivas y sobre todo que actúan responsablemente a nivel social y político para la solución de problemas que los afectan. (p. 58)

En esta misma línea, otras investigaciones como la de Quiceno y Vélez (2011) hablan de una formación ciudadana y civilista a partir del abordaje de las CSC, por las oportunidades que estas brindan al estudiante de desarrollar actitudes críticas y reflexivas frente a problemáticas cercanas, involucrarse y conocer sobre aquellos asuntos que pueden comprometer no solo su integridad física y moral, sino también la de su comunidad.

En tal sentido, en las investigaciones de Quiceno y Vélez (2011), Mesa y Seña (2013), Pinzón, *et al.* (2015) y Romero (2018) también se habla de la posibilidad de generar ambientes de discusión producto de la socialización de controversias en el aula, los cuales converjan en acciones concretas por parte de los estudiantes, desde la sensatez y tolerancia ante puntos de vista diferentes, expresados bajo un clima de respeto por la diferencia.

Es así entonces como la formación sociopolítica se convierte en uno de los propósitos implícitos dentro del abordaje de CSC, brindándole al estudiante herramientas para discernir entre todo tipo de información, posibilitándole ser un agente de cambio en la comunidad donde habita. El planteamiento que más se destaca de este tipo de formación se refleja en las conclusiones de Botero y Jurado (2016) al plantear que uno de los aspectos que dan cuenta de la formación sociopolítica:

[...] es la necesidad de que los estudiantes traduzcan el conocimiento en acción, se apropien y empoderen de todos los aspectos relacionados con la problemática, sintiéndose facultados y capaces de actuar en la resolución de problemas, es decir, que no sean críticos de sillón. (p. 73)

5.4.1.3. Integración curricular

Abordar CSC en el área de ciencias naturales, es una apuesta que se viene planteando y que sugiere que estas cuestiones se incluyan en el currículo de formación escolar, por su relevancia dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje, Gallo (2013) resalta la importancia de las CSC en el currículo, porque posibilita que los estudiantes no queden con la impresión de que la ciencia no tiene relación con la vida cotidiana.

Las investigaciones revisadas proponen diversas acciones para lograr esta integración: diseñar un micro currículo para todo el año escolar donde se analicen distintas CSC (Beltrán, 2010), trabajar con un currículo flexible que permita involucrar CSC sin alejarse de los contenidos académicos que se deben abordar en cada grado (Molano, 2014), retomar las CSC como una propuesta curricular (Ducuara, 2017).

Por su parte, Vera (2015) y Arboleda y Virgen (2016) dimensionan las CSC como una manera diferente de seleccionar contenidos, por lo que se alejan del trabajo textual de los libros de texto, además que se caracterizan por orientarse hacia la aplicación de conocimientos conceptuales desde situaciones actuales y reales, a la vez que permiten el trabajo de otros conocimientos procedimentales y actitudinales. Así, Vera (2015) encuentra que las CSC brindan

[...] la posibilidad de involucrar al currículo o ser parte de actividades extracurriculares de la institución. Ya que este tipo de propuestas fortalecen el espíritu científico, crítico y promueven la actividad científica escolar, llevan a mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje y como enfoque socio científico permite no sólo asumir papeles de la comunidad científica, si no también asumir roles de la sociedad, por lo cual los estudiantes proponen distintas explicaciones a diversos cuestionamientos que les permiten prepararse para enfrentar de manera crítica diversas problemáticas propias de la enseñanza de las Ciencias. (p. 93)

Esta propuesta de integrar las CSC al currículo de formación escolar no es nueva, de hecho, en varias de las investigaciones revisadas, su valor radica en que el abordaje de estas controversias posibilita la interdisciplinariedad (Fula y Herrera, 2017) y la transversalización de conocimientos (Bastidas y Guerras, 2016). Otros investigadores, dentro de esta misma línea, resaltan las estrechas relaciones entre las CSC y diferentes áreas del conocimiento (Quiceno y Vélez, 2011 y Del Castillo

y Chapid, 2017), así como el hecho de que éstas permite a los estudiantes interrelacionar saberes, para lograr sustentar sus argumentos (Mesa y Seña, 2013)

El punto entonces, de acuerdo con las conclusiones de Rueda y Garzón (2016), es la posibilidad que brindan las CSC de integrar otros saberes de diversas disciplinas, así como los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales de las ciencias naturales, lo cual valida y anima la idea de que éstas controversias hagan parte de los currículos escolares, porque, si bien los estudiantes desde el área de ciencias naturales logran relacionar contenidos, conceptos, temáticas de cada una de las disciplinas —biología, física y química— también permiten la formación ciudadana y el desarrollo de habilidades críticas, argumentativas, de reflexión, participación y toma de decisiones, así como el establecimiento de vínculos entre aspectos científicos, éticos, sociales, económicos, ambientales y de otras áreas del conocimiento como las ciencias sociales, la tecnología, la ética, la religión, entre otras (Quiceno y Vélez, 2011; Arango, 2012; Torres, 2014; Vera, 2015; Bastidas y Guerras, 2016; Pelayo y Martínez, 2016).

Esta interdisciplinariedad desde las CSC de acuerdo con Torres (2014), Mesa y Seña (2013), Rueda y Garzón (2016) y Fula y Herrera, (2017) permite reorganizar los contenidos porque posibilita la integración del currículo, contribuyendo a solventar algunas dificultades como las planteadas por la investigación de Torres (2014) donde “los participantes tienden a explicar la situación de manera separada, por lo que este tipo de situaciones permiten evidenciar que la articulación de los conceptos científicos a situaciones reales es un mecanismo de dificultad para los estudiantes” (p. 910).

Este tipo de dificultades resalta la necesidad de desfragmentar los saberes para que el estudiante consiga tener una imagen general del mundo y una visión integradora de los fenómenos sociales y naturales, es decir una formación global y holística, que quizás es posible con el abordaje de CSC dentro del currículo de formación escolar, para lo cual se podría aprovechar los elementos que el enfoque CTS brinda a la escuela desde los “lineamientos del área de Ciencias Naturales y Educación ambiental” (MEN, 1998), que aunque pueden estar desactualizados, tiene sus ventajas la inclusión de las CSC en el aula de ciencias naturales y educación ambiental desde este enfoque, como una apuesta a la desfragmentación de saberes y un camino a la integración curricular.

5.4.1.4. Actividades de aula vinculadas

Sobre este asunto, las investigaciones revisadas resaltan en sus resultados y conclusiones, el papel y la importancia de las actividades de aula empleadas para el abordaje de la CSC; entre estas actividades se encuentran el juego de rol, los debates y las Web-quest. En general, las investigaciones resaltan que el trabajo con CSC les permitió el desarrollo de diferentes actividades de aula, posibilitando potencializar en los estudiantes la responsabilidad, la toma de decisiones, respetar puntos de vista diferentes (Torres, 2011). Por su parte Arango (2012) en sus conclusiones, resalta que lo más importante de la aplicación de actividades de aula como el debate y juego de rol, es que “fomenta el pensamiento crítico de los estudiantes y los invita a actuar por la lucha de un mundo mejor” (Arango, 2012, p. 94).

Una de las actividades de alta frecuencia, trabajada en las investigaciones que abordan CSC, son los juegos de roles, definidos como estrategia que posibilita la discusión entre autores, desde un ambiente lúdico y libre de tensiones, donde un facilitador conduce el juego y a sus participantes son designados diferentes roles (Quiceno y Vélez, 2011). Dentro de los roles tomados por los estudiantes, se resalta, que estos suelen asumirse con gran compromiso, desde la documentación por parte de los estudiantes en diferentes fuentes de información, haciéndose cargo de la postura propia, aportando razones que justificaran su posición, lo cual, a su vez, posibilita el razonamiento verbal, el análisis de argumentos, la comprobación de hipótesis y la toma de decisiones (Cano, *et al.*, 2015). Autoras como Quiceno y Vélez (2011), resaltan que el juego de rol “favoreció el acercamiento a la temática central, a medida que posibilitó que los jóvenes exploraran situaciones con las cuales no estaban de acuerdo y escucharan de forma respetuosa los argumentos de otros” (p. 106).

Es de destacar que, las conclusiones de la investigación de Palomeque-Forero (2016), relata que el juego de rol permitió motivar a los estudiantes frente al tema socio-científico abordado, posibilitando la participación, así como la confianza para que los estudiantes expresaran libremente sus ideas, escucharan las de otros y llegaran a puntos de acuerdo (Palomeque-Forero, 2016).

Por otra parte, dentro del trabajo con Web-quest, desarrollado por Quiceno y Vélez (2011) y Botero y Jurado (2016), se ha resaltado que estas posibilitan salir de la monotonía de los cuadernos y los libros, encontrándose argumentos por parte de los estudiantes, pertinentes y de calidad, a raíz de la lectura y análisis de documentos, videos y grabaciones contenidos en estos sitios web. Estas Web-quest son una herramienta pedagógica diseñada por los mismos investigadores con fines específicos, en este caso “abordar una CSC y relacionarla con el

conocimiento científico”. Estos sitios web cuentan con recursos como: sopa de letras, videos, crucigramas, podcasts y otros, y son promovidos según Botero y Jurado (2016), con el interés para que los estudiantes conozcan más acerca de la problemática estudiada.

En cuanto a los debates, se encuentra que en la investigación de Arango (2012), este, desde la discusión de la CSC, contribuyó al desarrollo del pensamiento crítico, a su vez, como lo plantean Mesa y Seña (2013), los espacios de debate y crítica propiciaron en su investigación el “respeto por el otro, a la diferencia y a diversas formas de ver el mundo sin dejar de lado sus criterios y puntos de vista” (p. 115). Vale la pena aclarar, que el debate como actividad de aula utilizada en estas investigaciones, se define como el espacio creado en un grupo de personas que posibilita la problematización de un tema o situación de conflicto, donde los argumentos de los participantes son analizados y rebatidos por otros integrantes del grupo, desde dimensiones éticas, políticas y sociales del mismo problema (Quiceno y Vélez, 2011).

5.4.1.5. Incidencia de las CSC en la motivación del estudiante por aprender e influencia del contexto en la apropiación de conocimientos

El interés por aprender, participar y elaborar explicaciones, se le suele atribuir al trabajo en el aula de ciencias naturales con CSC, por lo que éstas posibilitan según Del Castillo y Chapid (2017) que el estudiante se motive “por estudiar las ciencias y la influencia de algunos aspectos de ésta en la sociedad. Además de extrapolar y acercar la comprensión de situaciones de orden regional y global” (p. 79). Es así como también para Beltrán (2010), el abordaje de CSC, le permite al estudiante tener una visión más amplia del papel de las ciencias en la sociedad, así como comprender las implicaciones éticas y sociales de la misma, haciéndoles partícipes del análisis de asuntos controversiales.

Según Ruiz (2014), el uso de CSC resulta motivante porque en su experiencia

[...] permitió que los estudiantes expusieran sus puntos de vista, desde una perspectiva crítica. Además, lograron aplicar los conocimientos que se impartieron en la clase de ciencias, dando sentido a lo que se aprendió en cada sesión, y, por lo tanto, se pudo aumentar el interés por aprender, participar y elaborar explicaciones (desde sus propios conocimientos) por parte de los estudiantes" (Ruiz, 2014, p. 75)

De este modo, se identifica que el análisis de CSC suscita motivación en los estudiantes, posibilitando que de manera fácil y rápida se involucren en estas situaciones controvertidas y por ende interesantes para ellos, lo que les permite usar conocimientos y mejorar algunos procesos discursivos, así como expresar con propiedad sus puntos de vista y mejorar la calidad de sus argumentos (Giraldo, *et al.*, 2014; Bonilla, 2014 y Gutiérrez, 2018). Esta motivación e interés despertada en los estudiantes permite de acuerdo con Mesa y Señá (2013), una mejor la comprensión y apropiación de los conocimientos.

En la misma línea, se encuentra también que las situaciones que hacen parte del contexto socio-escolar de los estudiantes puede influir en la motivación de los estudiantes, resaltándose de los resultados del trabajo de García y Martínez (2015), que las CSC que se vinculan al contexto próximo de los estudiantes, generan mayor interés, ello debido a la atracción por conocer las problemáticas que surgen en su entorno, las causas y las consecuencias que estas traen, y así poder explicarlas desde el uso de conocimientos adquiridos.

Según la investigación de Muñoz y Castrillón (2015), esta motivación implica que el estudiante, por sí solo, utilice fuentes de información y conocimientos construidos en otros espacios (académicos o no académicos), para poder sustentar sus respuestas. De hecho, el trabajo de Quiceno y Vélez (2011) asevera que lo más conveniente a la hora de abordar CSC es que los temas y dilemas sean oportunos, que les incite curiosidad o gusto por saber más a los estudiantes, despertando en ellos interés por aprender.

En este mismo sentido, la curiosidad activa por el abordaje de CSC se refleja en los resultados de Vera (2015), quien demostró que los estudiantes participantes de su investigación, constantemente cuestionaban y generaban preguntas acerca de la problemática abordada, lo cual permitió relacionar las preguntas con su cotidianidad, con su realidad, llevándolos a consultar e ir más allá. Del mismo modo, Torres y Solbes (2016), también encuentran desde su experiencia, que el contexto es importante e influye en la participación de los estudiantes, al hallar que la controversia abordada con los participantes de su investigación “la privatización de una empresa de energía eléctrica” facilitó la comprensión de los diferentes pros y contras, por ser una situación según los investigadores, conocida por los estudiantes desde la discusión de la reforma a las leyes sobre privatización en Colombia en el año 2011. Por su parte Gutiérrez (2018) considera que la participación en la discusión de una controversia socio-científica, se aviva por lo que se pueden

basar en el conocimiento práctico que se tienen del contexto, llevando al participante a integrar conocimiento, creencias y emociones en sus argumentos sobre el asunto analizado.

Otras investigaciones como la de García y Martínez (2015) relacionan el carácter contextual de las CSC por que estas permiten una lectura de la realidad inmediata llevando a los estudiantes a plantear preguntas, críticas y reflexiones, que constituyen el inicio del proceso de concientización. Lo anterior, conlleva a que los estudiantes, según Vera (2015) asuman “responsabilidades sociales en el contexto donde se involucra cada uno de los participantes, ya que de cierta forma contribuye en el mejoramiento de su formación integral” (Vera, 2015, p. 95)

Sobre este mismo asunto, Rueda y Garzón (2016), Botero y Jurado, (2016), Bastidas y Guerras (2016), Casallas y Martínez (2018), Duque (2018) y Mazo, *et al.*, (2018), resaltan que los estudiantes se apropian del conocimiento científico al relacionarlo con problemáticas propias de su contexto. El trabajo de Duque (2018), por ejemplo, evidencia esta relación entre contexto y la apropiación del conocimiento, al referir:

[...] una de las preocupaciones al inicio de esta investigación era la falta de apropiación de los conocimientos científicos trabajados en clase de física a la hora de dar una explicación o un punto de vista a un evento científico y tecnológico de su contexto, se pudo constatar que al implementar este tipo de actividades en el aula, el estudiante puede contextualizar y darle uso a estos conocimientos, puesto que en la etapa inicial fue usual encontrar argumentos basados en la lógica del sentido común. (p. 85)

Despertar interés, entender los conceptos y relacionarlos con el contexto socio-escolar es un ideal que con las CSC se puede lograr, por lo menos así se puede observar en las investigaciones que dentro de esta categoría se han relacionado, de hecho, para Mesa y Seña (2013), las CSC en las clases de ciencias, cierra brechas entre el contexto y la escuela, permitiendo que los estudiantes encuentren sus relaciones y los vean en conjunto.

5.4.1.6. Dificultades y límites del trabajo con CSC en el aula de clases

Dentro de los procesos investigativos también se reflejaron algunas dificultades y límites de tipo metodológico, y otros referidos al uso de las CSC, los cuales se dieron durante el desarrollo de los diferentes procesos investigativos que tuvieron lugar.

Entre las dificultades y límites identificadas, de tipo metodológico y referidos al uso de CSC, se encuentra el que el trabajo de aula con los estudiantes implica todo un proceso para que estos, más que memorizar los conceptos, se apropien de ellos. En este sentido, Vera (2015) encontró que muchos de los estudiantes con quienes realizó su investigación, se quedan con la información conceptual, sin ir más allá, manifestando que ante la situación controversial socializada no se puede hacer nada, por enmarcarse dentro de lo sociocultural; para ellos nada se podía cambiar, asumiendo posturas de indiferencia. En esta situación, el investigador propone que el trabajo con los estudiantes sea realizado más desde la interiorización y la toma de postura propia, evitando la memorización de lo planteado en libros, internet u otros medios.

Otros investigadores, encuentran desde sus investigaciones, que el abordaje de CSC en el aula de clase es un desafío para los docentes, por lo que se requieren de mucho tiempo y preparación (Giraldo, *et al.*, 2014). En este mismo sentido, se resalta como dificultad que, la preparación y tiempo invertido no garantiza el uso y dominio de conceptos propios de las disciplinas científicas en los estudiantes, por ser más evidentes otros asuntos de tipo emocional, ético y/o político, que el mismo asunto socio-científico (Quiceno y Vélez, 2011; Arango, 2012).

Mazo (2018), plantea que es importante que los estudiantes seleccionen las problemáticas que los afectan; ello incentiva la participación, pero requiere de mayor compromiso por parte de los docentes.

5.4.2. Escenario 2: Aportes de las CSC a la educación científica en la formación inicial docente y con docentes en servicio.

Abordar CSC en los espacios de formación inicial docente y con profesores en servicio, ha sido otra de las apuestas investigativas que se han venido desarrollando en Colombia durante el periodo 2000-2018; por ello, a continuación, se describen los principales resultados y conclusiones a la luz de las categorías identificadas.

5.4.2.1. Desarrollo de habilidades discursivas y críticas

Al revisar esta categoría en los resultados y conclusiones de las investigaciones desarrolladas con docentes en formación inicial y docentes en servicio, no se encuentran datos

relacionados para uno de los grupos del segundo escenario, es decir, la argumentación y el pensamiento crítico, no fue el foco principal de las investigaciones con los docentes en servicio, contrario a lo que sí se pudo evidenciar con los docentes en formación inicial; aun así, en este escenario comparado con el primero —formación escolar— se encuentra que los resultados y conclusiones se encaminan hacia lo mismo, por aplicarse las investigaciones bajo la mirada de estos docentes como estudiantes, en este caso universitarios, con la intención de que desarrollen y/o fortalezcan sus habilidades argumentativas y críticas. Como valor agregado que diferencia su aplicación con docentes en formación, es la intención explícita de que éstos aprenda a trabajarlas para luego llevar estas estrategias al aula, enfocadas al desarrollo del pensamiento crítico y la argumentación de sus estudiantes.

Así, para otros investigadores como Torres (2011), el papel del docente se orienta hacia la dinamización, la formulación de preguntas, la utilización de problemas, la formación de personas capaces de actuar con responsabilidad social, desde la reflexión y la autocrítica, resaltándose que este papel se puede fortalecer al abordar CSC en la formación inicial, debido a que el acercamiento a propuestas como estas, le da herramientas al docente para que desarrolle habilidades argumentativas y críticas, pero a la vez, le permite pensar en el material didáctico que puede llevar al aula como futuro profesional (Pabón, Muñoz y Vallverdú, 2015).

Para el caso de las investigaciones de Gallo (2013), Díaz, Ruiz y Suárez (2014), Quiroga y Verano (2014), Ramos y Muñoz (2015) y Contreras (2016) demuestran que los docentes en formación inicial mejoraron sus habilidades argumentativas y críticas con el abordaje de CSC; logro que también se resalta en las investigaciones desarrolladas con estudiantes de educación primaria, secundaria y media. Para los investigadores Ramos y Muñoz (2015), los participantes avanzaron en su nivel argumentativo, lo cual se vio reflejado en las posturas asumidas y todo lo que conllevaba a justificar las disyuntivas encontradas frente a las controversias abordadas, permitiéndoles dimensionar las CSC en su formación inicial y contribuyendo así al desarrollo de competencias que fortalezcan la enseñanza de las ciencias, el desarrollo de posturas críticas y la construcción de argumentos por parte de los futuros docentes.

Por su parte, Contreras (2016) también demuestran mejoras en la calidad de los argumentos de sus participantes, por la coherencia con la que justifican las posiciones frente a la controversia abordada, desde el uso de conocimientos científicos, debido, como lo señala Pabón y

Muñoz (2014), por “la puesta en escena de argumentos críticos que consideran la importancia del conocimiento científico y su relación con la sociedad, dando cuenta de posibles impactos” (p.433).

5.4.2.2. La educación científica y tecnológica para la participación ciudadana

El abordaje de CSC les ha permitido a los docentes en formación inicial, según los resultados de algunas investigaciones, relacionar “los avances científicos y tecnológicos de forma contextualizada como una actividad humana que puede generar impactos negativos para la sociedad” (Contreras, 2016, p.70), logrando “solucionar problemas desde conocimientos científicos haciendo uso de un lenguaje científico y fundamentos teóricos apropiados” (Ramos y Muñoz, 2015, p.143).

Desde los planteamientos anteriores, otras investigaciones desarrolladas con docentes en ejercicio evidencian “la necesidad de promover estrategias didácticas que favorezcan las interacciones CTSA, a partir del diseño e implementación de unidades didácticas centradas en CSC que contribuyan con la formación ciudadana” (Rodríguez y Martínez, 2014, p. 80). Este enunciado se relaciona con lo encontrado por Salazar y Garizado (2017), quienes resaltan en su trabajo, desarrollado con docentes en formación inicial, la importancia del desarrollo de secuencias didácticas por parte de los docentes, que se enfoquen desde el abordaje de CSC, lo cual contribuiría a la comprensión de las relaciones CTSA.

En este sentido, se encuentra también que, los aportes de las CSC a la comprensión de la NdC son igual de evidentes. Torres y Solbes (2016) cuando en su investigación con docentes encuentran en las afirmaciones de los participantes que, “la ciencia es asumida como algo más que un cuerpo estático de conocimientos” (p. 50). Por su parte, Beltrán, Martínez y Ramírez (2017), muestran que el potencial de las CSC en la comprensión de la NdC en la formación inicial docente radica en la posibilidad que estas brindan de trascender de aspectos epistemológicos de las ciencias a consideraciones sociológicas de la misma. Moreno, Jandía y Pacheco (2014) afirman que, desde las CSC los docentes en formación entienden la ciencia de manera más amplia y logran asimilar que esta también se relaciona con aspectos políticos, económicos, sociales y éticos.

De ahí entonces que, para Beltrán, Gutiérrez, Martínez y Ramírez (2017) sea importante resaltar que el abordaje de CSC posibilita procesos valorativos de la ciencia como construcción

social y cultural, pero a la vez permite unir la ciencia con su función social desde la formación ciudadana, lo que Torres (2011) resalta como una “educación para la ciudadanía”.

El asunto de la NdC va más allá y también ha contribuido en el trabajo con docentes en ejercicio, pues de acuerdo con los resultados de Rodríguez (2017), los contenidos escolares asociados a CSC, les ha permitido a los maestros comprender en la práctica la NdC, llevando a informarse constantemente sobre la ciencia, mejorando en ellos la imagen que sobre esta se tiene.

En apoyo a estos planteamientos, Olarte (2018), sostiene que para el contexto educativo “la posición epistemológica del profesor tiene una consecuencia directa en la enseñanza” (p. 91), de esta posición del docente, depende la imagen de ciencia que los estudiantes construyen en el aula, de ahí la importancia de que el docente trabaje con CSC, pues le permiten potencializar sus capacidades en cuanto a la orientación de discusiones en el aula relacionadas con la ciencia, pero a su vez con asuntos sociológicos y de otros tipos, que le permitan al estudiante aprender ciencias y sobre las ciencias, es decir, lo que la impulsa y la moviliza intereses políticos, económicos y demás, así como, según Pelayo y Martínez (2016), le permiten al estudiante saber de las implicaciones que acarrea el avance de la ciencia.

Finalmente, en cuanto a la subcategoría formación sociopolítica, no se encontraron resultados y conclusiones relacionadas con docentes en ejercicio y/o formación inicial en ciencias naturales, su apuesta ha sido más evidente en la formación escolar, con estudiantes de primaria y secundaria.

5.4.2.3. Integración curricular

Al revisar esta categoría dentro de los resultados y conclusiones de investigaciones como las de Torres (2011), Gallo (2013), Díaz, *et al.*, (2014) y Contreras (2016), se valida la necesidad expresada de tener en cuenta dentro de los currículos de formación de docentes, las CSC. De acuerdo con los investigadores antes citados, los docentes de ciencias —en su mayoría— se centran en la enseñanza de la teoría, dejando a un lado las implicaciones sociales y la realidad actual, además, se suele ver como asunto de interés para los docentes, ya que por lo general, cuando conocen sobre las CSC dentro de su formación, proyectan la incorporación de estas dentro de los currículos de formación escolar por su relación coherente con los procesos de enseñanza y con la cotidianidad de los estudiantes, brindándole al profesorado mayores alternativas o posibilidades

para una “planificación curricular que superen los enfoques acumulativos, homogéneos, lineales y la racionalidad técnica” (Torres y Solbes, 2016, p.50).

Por otra parte, los autores Beltrán, Gutiérrez, Martínez y Ramírez (2017), a partir de su experiencia, advierten que no siempre es claro para los docentes en formación, relacionar las CSC con otras disciplinas, situación que hace relevante trabajar con perspectivas como esta en la formación, permitiendo que el docente se acerque a otras estrategias que le posibilite hacer esa integración disciplinar y transversalizar los conocimientos.

Es así entonces, como dentro de estos hallazgos en esta categoría, se resalta la necesidad de que centros de formación docente, en este caso del área de ciencias naturales y educación ambiental, incursionen en los currículos de formación las CSC. Para Martínez (2014), la posibilidad de abordar CSC en la práctica profesional de los docentes, puede aportar a la comprensión de las interacciones CTSA, convirtiéndose en una alternativa de trabajo que les posibilita reflexionar sobre su práctica y construir sus propios materiales de trabajo. En cuanto a este último asunto, Torres y Solbes (2016) también destaca que las CSC facilitan reflexiones de los futuros profesores sobre su práctica, además de que según Torres (2011) “promueven reflexiones sobre la finalidad de la enseñanza de una disciplina, desarrollando actitudes acerca del desempeño profesional individual y colectivo en la sociedad” (p.50).

Esta necesidad de integrar las CSC en el currículo de formación inicial docente, se hace también evidente en investigaciones desarrollados con docentes en ejercicio. En este sentido, Rodríguez (2017), defiende que la mayoría de docentes desconocen de las CSC, y cuando trabajaron esta perspectiva con un grupo de estos docentes, encontraron que no están preparado para utilizar estas controversias, por lo que sus conocimientos son insuficientes para abordarlas con sus estudiantes, debido a que traspasa los conocimientos de otras disciplinas; sin embargo, la autora ve esta situación como oportunidad para el trabajo en equipo de tipo interdisciplinar, desde el cual se pueden desarrollar actividades enfocadas desde el abordaje de CSC que relacione varias áreas del conocimiento, aprovechando de que el trabajo con estas cuestiones no solo requiere de conocimientos científicos, sino que además exige conocer y saber de otras áreas. Este proceso de integración permite de acuerdo con Rueda y Garzón (2016), lograr “reestructurar la fragmentación de saberes que se presenta dentro del currículo en ciencias naturales, mejorando así por medio de la integración una situación abordada desde una visión globalizadora” (p. 76).

5.4.2.4. Dificultades y límites del trabajo con CSC con docentes en formación inicial y en servicio.

En cuanto a las dificultades y limitaciones de orden metodológico y referidos al uso de las CSC evidenciadas en las diferentes investigaciones que trabajaron con docentes en formación inicial y docentes en servicio, se encuentran las siguientes:

Beltrán, Martínez y Ramírez (2017) revelan que, en varios casos dentro de su investigación, los docentes en formación solían abordar la CSC sin un objetivo específico sobre la enseñanza, lo cual va en contravía de lo proyectado, que es, precisamente, la necesidad de que sean claras las intenciones y finalidades pretendidas con el trabajo sobre la CSC elegida. Además de esta dificultad, también evidenciaron que los docentes en formación inicial suelen darle poca relevancia a la argumentación desde las CSC, así como el análisis de información y otros aspectos que permiten el uso de estas cuestiones, incluida la profundización en las dimensiones que involucran la CSC.

Rodríguez (2017), refleja en su investigación algunas dificultades que tuvieron sus participantes al abordar CSC en el aula, como: la falta de tiempo, el cumplimiento al currículo, los estándares de evaluación, el desconocimiento de la tecnología por parte de algunos docentes, falta de habilidades escriturales, falta de conocimiento para abordar CSC, dificultades de índole didáctico, la política organizativa interna de la escuela, la respuestas a las evaluaciones externas (Pruebas Saber), los estándares de evaluación, el manejo de temas sensibles de índole político, social, económico e incluso ambiental que pueden ser contraproducentes tanto para el estudiante, como para la seguridad del profesor, el manejo de los medios de comunicación como fuentes y criterios de selección. Además, resalta en cuanto al factor tiempo, que los docentes reconocen que el abordaje de CSC les exige tiempo adicional al que están acostumbrados cuando planean sus clases tradicionales.

5.4.3. Apreciaciones generales desde categorías identificadas en resultados y conclusiones de las investigaciones que hicieron parte de Estado del Arte

Desde los resultados y conclusiones de las diferentes investigaciones, es evidente la importancia que se le da a las CSC en la formación escolar, visualizándose una necesidad no solo

de incluir esta perspectiva en los currículos escolares, sino también en el de formación inicial docente, para que los futuros profesores conozcan de la perspectiva y puedan desarrollar estrategias de enseñanza desde el abordaje de estas cuestiones.

Si bien, actualmente el enfoque CTSA –referenciado en los estándares y lineamientos básicos del área de ciencias naturales, como CTS– ya hace parte de los currículos de formación escolar, puede ser una oportunidad para que desde este enfoque los docentes en ejercicio incluyan la perspectiva CSC, como propuesta que permitiría materializar los objetivos de este enfoque, a lo que es necesario que los centros de formación docente también desarrollen las CSC dentro de sus currículos.

Sin embargo, existe una dificultad en algunos centros de formación como la Universidad de Antioquia, al evidenciarse que incluso el enfoque CTSA, no es explícito su abordaje dentro del plan de estudios de las carreras de formación docente como el de la Licenciatura en Ciencias Naturales y su versión anterior Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, a lo que se atañe que su abordaje entra dentro de algunos espacios de conceptualización y/o asignaturas como didáctica de las ciencias, seminario interdisciplinario o lógica de las ciencias, convirtiéndose en una responsabilidad del docente, quien enmarcado dentro del programa, decide desde su autonomía incluir o no este enfoque, lo que su discusión depende de que docente conozca la perspectiva, para poder incluir dentro de su programa de estudio.

La anterior situación refleja la necesidad de que se aborden las CSC en los currículos de formación inicial docente; el que éstas se puedan materializar en el aula de ciencias naturales, implica que los docentes de esta área tengan conocimiento de la perspectiva, conocimiento que no necesariamente se pueda adquirir en la formación continua, por lo que esta es opcional, de ahí que la posibilidad de que los docentes en ejercicio aborden en sus aulas las CSC, depende de las universidades, son los centros de formación docente a los que les compete la discusión de las CSC en el currículo de formación inicial docente.

5.5. Las CSC en Colombia a la luz de la discusión con un grupo de expertos en el tema

Desde los resultados de la presente investigación, al ser un trabajo documental e individual, fue necesario conocer la perspectiva de otros investigadores con el ánimo de ampliar algunas

discusiones relacionadas con los hallazgos de la investigación y reflexionar sobre ellos. Galeano (2018), valida este tipo de acciones al señalar la necesidad de que los resultados de una investigación documental, cuenten con un proceso de triangulación con expertos.

La conversación con estos investigadores se programó de manera virtual y se desarrolló desde la técnica Delphi-focal; en este espacio participaron dos profesores: uno de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN)⁶ y otro de la Universidad del Valle (UNIVALLE)⁷, con quienes se discutieron los resultados de la investigación y se recibieron aportes que permitieron cualificar los mismos. La discusión fue grabada, transcrita y analizada posteriormente, siguiendo las recomendaciones de Farías y Montero (2005)

5.5.1. Las CSC en Colombia: Aportes, proyecciones, reflexiones y desafíos

Desde los resultados de la presente investigación, se ha logrado reflejar como las CSC, paulatinamente, han ido consolidándose en el país, principalmente desde algunos Grupos de Investigación. De ahí que una de las intenciones de discusión proyectadas dentro de este grupo de expertos, fue identificar cómo y por qué esta perspectiva llegó a consolidarse en un asunto de interés académico de la Universidad Pedagógica Nacional y de la Universidad del Valle, para conocer de primera mano, cuáles fueron las razones de la incursión de esta perspectiva como asunto o tema de investigación.

En la Universidad Pedagógica Nacional, por ejemplo, desde el Grupo de Investigación ALTERNACIENCIAS, las CSC se han venido consolidando como una perspectiva de trabajo, dado que, de una u otra manera, apoya las líneas de investigación que tiene el grupo (Didáctica de los contenidos curriculares en Química y Enseñanza de las Ciencias con enfoque CTSA) (DF-UPN).

En cuanto a la ambientalización del currículo visto desde el conocimiento didáctico del contenido (CDC), el potencial de las CSC radica en que les permite a los docentes transformar la manera como éstos vienen estableciendo la relación entre la educación en ciencias y la educación ambiental. Del mismo modo, en el enfoque CTSA, las CSC contribuyen a entender de otra forma

⁶ Dra. Diana Lineth Parga Lozano, profesora e investigadora del Grupo de Investigación ALTERNACIENCIA.

⁷ Dr(c). Nelson Enrique Hoyos, profesor e investigador del Grupo de Investigación Ciencia, Educación y Diversidad.

los conceptos específicos del área, desde las relaciones que éstos tienen con situaciones de orden social, político, económico y cultural, complementando el enfoque CTSA (DF-UPN).

En la Universidad del Valle, el Grupo de Investigación “Ciencia, Educación y Diversidad”, se ha interesado en las CSC debido a la incursión de la formación sociopolítica en las clases de futuros profesores de ciencias naturales. Básicamente, se hizo necesario identificar una perspectiva que resolviera los interrogantes de cómo aplicar y desarrollar la formación sociopolítica con los estudiantes en el aula de clases; asunto que llevó a que las CSC fueran incluidas en los trabajos de los estudiantes de esta universidad, por su potencial discursivo y su incidencia en la toma de decisiones informadas y fundamentadas, así como la generación de espacios que fomentaran la participación y formación de sujetos políticos capaces de intervenir en la solución de problemáticas de índole social, político, económico, cultural y científico (DF-UNIVALLE).

Conocer las razones por las cuales los Grupos de Investigación “ALTERNACIENCIAS” y “Ciencia, Educación y Diversidad” han llevado las CSC a sus Facultades o Centros de Formación Docente, se torna en un asunto de interés que puede abrir caminos para que otras instituciones visibilicen las oportunidades que puede ofrecer la exploración de esta perspectiva en la formación inicial docente, de cara a la transformación de las prácticas educativas en contextos escolares.

Desde los hallazgos de la presente investigación, la relevancia de las CSC en la formación docente y escolar radica en el potencial que estas tienen para propiciar la discusión e incentivar en el estudiante, una posición crítica que moviliza la construcción de argumentos para defender una postura propia. Como valores agregados, se encuentra la motivación hacia la comprensión de conceptos y teorías científicas que posibilitan, igualmente, la alfabetización científica y reconocer la naturaleza de las ciencias, su carácter sociopolítico, así como las posibilidades que estos asuntos presentan para la integración de diversas áreas del conocimiento.

Por lo menos así lo han develado los teóricos referenciados en el presente trabajo de investigación. En este sentido, la importancia de las CSC en la formación escolar y de profesores, es un asunto que los Grupos de Investigación “ALTERNACIENCIAS” y “Ciencia, Educación y Diversidad” han discutido ampliamente durante los últimos años. En la Universidad del Valle, las CSC han facilitado la integración de saberes y conocimientos, apalancando la transformación social, porque se considera que “incomoda” y hace que el sistema educativo, aborde temas controvertidos, que “algunos” evitarían llevar al aula (DF-UNIVALLE). Asimismo, se concibe

que, las CSC transforman el contenido de enseñanza y le dan “otro sentido” a la educación en ciencias (DF-UPN).

En este trabajo se han identificado cómo ha sido la incorporación de las CSC a dos de los centros de formación docente que más investigaciones han registran en el presente Estado del Arte, así como las razones de su inclusión en estas universidades. En la Universidad del Valle, estas cuestiones vienen permeadas por los aportes de Berta Lucila Henao Sierra, profesora e investigadora de la Universidad de Antioquia, quien aborda la formación sociopolítica desde esta perspectiva, además de la conexión con el programa de doctorado “Educação Para a Ciência”, de la Universidade Estadual Paulista (UNESP) de Brasil, quienes, en conjunto, posibilitaron la materialización de las CSC en la formación socio-científica (DF-UNIVALLE). En el caso de la Universidad Pedagógica Nacional, también se visibilizan aportes importantes que devienen de las conexiones con el mismo programa de doctorado de la UNESP, en cual varios de sus investigadores han realizado su posgrado.

Lo anterior, permite valorar el intercambio académico de estas universidades colombianas con otros centros de formación, en este caso situados en otros países, permitido crear nexos, tomar posturas académicas y generar conocimiento entorno a las CSC.

De este modo, los aportes de Berta Lucila Henao Sierra —Doctora en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad de Burgos, España— y Leonardo Fabio Martínez Pérez, —Doctor en Educação Para a Ciência de la UNESP—, dos de los autores que se referencian en los trabajos de investigación revisados en este Estado del Arte y que se considera fueron de los primeros teóricos en visibilizar este asunto en sus escritos en el país, permite reconocer, cómo la influencia de esos contextos de formación —España y Brasil— y las teorías de base que sustentan cada programa doctoral, han dado origen al uso de dos términos análogos, que tienen el mismo significado, pero se escriben diferente: Asuntos Socio-científicos (ASC) traído desde España y Cuestiones Socio-científicas (CSC) desde Brasil.

De estas nominaciones, la que más se acuña en trabajos de investigación de las últimas décadas, es CSC, debido, quizás a que es el término que utiliza el Grupo de Investigación Alternancia, quién actualmente viene desarrollando de forma constante, investigaciones en el tema.

Por otra parte, la discusión de los resultados de la presente investigación con el grupo de expertos, ha llevado a considerar que algunas de las subcategorías identificadas –Alfabetización

Científica, Formación Sociopolítica, Naturaleza de las Ciencias, Pensamiento Crítico– desde las cuales se han proyectado las investigaciones sobre CSC en Colombia, tienen relación con el enfoque CTSA, es decir, CTSA para alfabetizar científicamente, para la formación ciudadana y sociopolítica de los estudiantes, para la comprensión de la naturaleza de las ciencias, etc. Se concibe entonces que, las CSC asumen parte de los objetivos que son propuestos para la educación desde la línea CTSA (DF-UPN).

Ahora bien, surgen algunas reflexiones que coinciden con los hallazgos de la presente investigación, entre ellas, la necesidad de que el enfoque CTSA se incluya y/o sea más explícito en los currículos de formación docente, porque desafortunadamente, en la formación de los profesores, este enfoque no se hace presente (DF-UPN).

Si bien, no se puede homogenizar lo que un docente debe o no saber y apropiarse para su trabajo en el aula de clase, es necesario que este reconozca las propuestas que circulan en su contexto, para decidir, cuál de ellas puede ser la más acertada para responder a las necesidades del medio. Así, al igual que CSC, otras propuestas alineadas al enfoque CTSA, son, por ejemplo, en el área de química: “química ciudadana, química en comunidad, química en contexto, casos simulados y otras” (DF-UPN), las cuales pueden igualmente apuntar a establecer esa conexión entre el conocimiento científico y el contexto social, político y cultural que rodea al estudiante.

En este sentido, se ha planteado abordar dentro de CTSA, las CSC, así como otras propuestas alineadas a este enfoque en las distintas áreas de trabajo que presentan las ciencias naturales, para que el docente conozca estas cuestiones y las lleve al aula, teniendo presente que los currículos de formación escolar, desde los estándares del área de ciencias naturales y educación ambiental (MEN, 2006), están orientados bajo este enfoque –CTS/CTSA–, siendo este, uno de los componentes que se evalúan en las pruebas saber 11°.

Otra de las reflexiones enmarcadas dentro de los resultados, son las falencias de orden epistemológico que se le atribuyen a las CSC, encontrándose en la discusión con estos expertos, la confirmación en cuanto a la falta de criterio no solo epistemológico, sino también ontológico, respecto a la manera como los profesores están concibiendo las CSC, es decir, la falta de consenso frente a si esta perspectiva es un método, un enfoque curricular o un modelo didáctico (DF-UPN).

Finalmente, es visible en el contexto colombiano el interés común que de los claustros que direccionan y acompañan la formación inicial de docentes en el campo de las ciencias naturales,

entre ellos UNIVALLE y la UPN, por generar nuevos conocimientos y maneras de abordar la enseñanza de las ciencias naturales.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo final, se exponen las conclusiones producto de los resultados de la investigación, las cuales se enmarcan en los objetivos proyectados para la realización del estudio. También se abordan las limitaciones y dificultades que se tuvieron para la recolección de información y se sugieren algunas recomendaciones, producto del análisis de los resultados.

6.1 Sobre los resultados de la investigación

Entorno al primer objetivo de esta investigación, se encuentra que las CSC son una perspectiva de trabajo reciente en Colombia; su auge data de la primera década del siglo XXI, registrándose el primer trabajo identificado en este Estado del Arte, en el año 2010. Los resultados también reflejan que, efectivamente, la producción sobre CSC ha ido aumentando con el tiempo y que esta misma se ha concentrado en unos centros académicos específicos, por lo cual no representa una perspectiva global que se desarrolle en todo el territorio nacional.

En esta revisión de las diferentes investigaciones que hicieron parte de este Estado del Arte, se ha reflejado la predominancia de cierto tipo de estudios, como lo son los trabajos cualitativos, con estudios de caso, centrados en la formación escolar, principalmente de secundaria.

Por otra parte, referente al segundo objetivo de la investigación, se encuentra que las investigaciones sobre CSC en Colombia, se han proyectado bajo una amplia gama de líneas de trabajo y enfoques pedagógicos y didácticos —Argumentación, Pensamiento crítico, Alfabetización científica y tecnológica, Naturaleza de las ciencias y formación sociopolítica— lo cual refleja que las CSC aún se siguen enmarcando en las líneas básicas con las cuales siempre se han relacionado desde los autores (Sadler, Chambers y Zeidler, 2002; Hodson, 2003; Henao y Stipich, 2008; Díaz y Jiménez-Liso, 2012; 2013; Sadler, 2013; Romero *et al.*, 2013; Martínez y Parga, 2013b; Solbes, 2013 y Bossér, 2018; Henao, 2019).

Desde las anteriores líneas de trabajo y enfoques pedagógicos y didácticos, se ha reflejado en la presente investigación que el papel de las CSC dentro de ellas, es dependiente, llegando a verse como una perspectiva de trabajo que apoya a todas estas otras líneas, por falta de delimitación conceptual frente al rol desempeñado dentro de estos tópicos, es decir, no existe un proceso de

conceptualización propio, desligado y particular. Sin embargo, cuando se proyecta la mirada, se encuentra también, que, las anteriores líneas de trabajo son asunto de interés de CTSA, lo que da pie para considerar que las CSC aun dependen de este enfoque y lo que hacen es llevar a la acción los objetivos de CTSA, por lo cual se concluye que las CSC no son una línea de investigación, si no una perspectiva de investigación que depende del enfoque CTSA.

En ese orden de ideas, este trabajo también da cuenta del surgimiento de áreas de trabajo distintas a las anteriores, entre los cuales se encuentra la “integración curricular”, que, aunque algunos teóricos la han mencionado, no había sido el foco de las primeras discusiones planteadas entorno a la perspectiva CSC en Colombia, lo cual evidencia que, en el país, otros asuntos de interés han ido alineando a la perspectiva de CSC.

Las investigaciones y trabajos desarrollados alrededor de CSC han permitido materializar y concretar el desarrollo del componente CTSA en el currículo del área de ciencias naturales y educación ambiental (eje de conocimiento que está en los estándares básicos de competencia en el área específica), lo cual ayuda a transitar de la postura de educación memorística centrada en el contenido hacia otra que vincula una perspectiva más social, que relaciona las ciencias con otras lo que acontece en contextos locales y globales, pero que también está apostando al desarrollo de habilidades como la argumentación y el pensamiento crítico. Si se lleva a las palabras de Hodson (2003), vincula el aprender ciencias y sobre las ciencias.

Con referencia al tercer objetivo de la investigación, se encuentra que, investigadores como Berta Lucila Henao de la Universidad de Antioquia y Leonardo Fabio Martínez de la Universidad Pedagógica Nacional, son los principales referentes teóricos que sustentan las investigaciones en el país, considerándose pioneros en la incursión de esta perspectiva en Colombia.

Igualmente, se concluye que, las principales fuentes de consulta de las CSC son del idioma inglés de países como reino unido y EEUU, pero con los años y el auge de esta perspectiva en el país, se comienzan a reconocer la producción académica local, visibilizando autores iberoamericanos y nacionales en los trabajos que hacen parte del presente estado del arte.

Finalmente, los resultados de este trabajo permiten reconocer el panorama investigativo entorno a las CSC, visibilizando la importancia de los Grupos de Investigación y sus líneas en la conformación de perspectivas, así como la importancia de los eventos a nivel nacional e internacional de la didáctica de las ciencias como camino de posibilidad para la divulgación de

nuevo conocimiento y empoderamiento de nuevas perspectivas, como en este caso ha pasado con las CSC.

6.2 Sobre las dificultades y limitaciones

Se considera de gran importancia el recorrido metodológico que ofrece esta investigación para reflexionar en torno al papel que ha desempeñado las CSC en la construcción del aprendizaje desde el área de ciencias naturales, sin embargo, una de las dificultades y límites en este tipo de investigación, se dio en el rastreo de los diferentes textos que harían parte del Estado del Arte, debido a que la búsqueda de títulos relacionados con la perspectiva CSC en los CvLAC de investigadores de Grupos de Investigación en la línea “didáctica de las ciencias”, evidenció un número considerable de trabajos a los cuales no se pudo acceder —34 trabajos—, sin contar los que no han sido registrados o catalogados de acceso público. Esto refleja una brecha en la búsqueda de la información, así como la dificultad para el desarrollo de investigaciones de tipo documental como este, pues no todo se encuentra en el web publicado.

Desde la anterior situación, es menester, que las investigaciones desarrolladas, independientemente del tema, se animen a divulgar sus resultados como una apuesta a la difusión de conocimiento, permitiendo que otros autores avancen en el campo de estudio, dándole continuidad a procesos investigativos.

6.3 Algunas recomendaciones

Desde los hallazgos de esta investigación, se recomienda que otros estudios aborden las CSC empleando otras metodologías, otros instrumentos de investigación, para generar nuevas comprensiones, nuevas lecturas del tema en cuestión.

Además, se hace necesario delimitar y diferenciar los asuntos investigativos de los diseños o propuestas didácticas, puesto que, en varios de los trabajos revisados, las unidades didácticas aparecen como una técnica o instrumento para la recolección de información (por ejemplo: Molano, 2014; Casallas y Martínez, 2018). De ahí, se hace menester, que futuros investigadores aborden con cuidado estos asuntos, evitando confundir diseños didácticos con el enfoque metodológico, y las actividades de intervención con las técnicas de recolección de información.

A las universidades, se les recomienda generar espacios de diálogo y discusión entre ellas, que posibiliten compartir experiencias frente al trabajo realizado con CSC. La realización de un trabajo conjunto, en red, entre universidades, puede aportar a la generación de reflexiones sobre como incluir y materializar las CSC en la formación, de ahí la invitación también a que escriban y publiquen entorno a esos hallazgos que se pueden generar en estos espacios de discusión, brindándole la posibilidad a otras instituciones conocer de las propuestas y/o estrategias que surjan alrededor de esta perspectiva, permitiendo a la vez la consolidación de las CSC en los espacios académicos del país.

A raíz de la importancia de las CSC dentro del enfoque CTSA, por ser una perspectiva que materializa los objetivos de dicho enfoque, se sugiere la inclusión de las CSC en los currículos de formación escolar y de formación inicial docente de algunas universidades y centros de formación de docentes de ciencias naturales, resaltando también la necesidad de que sea más explícito el abordaje del enfoque CTSA dentro de los programas de formación inicial docente. Puede ser una oportunidad abordar este enfoque –CTSA– desde las CSC.

7. REFERENCIAS

- Abd-el-khalick, F. (2003). Socioscientific issues in pre-college science classrooms: the primacy of learners' epistemological orientations and views of nature of science. In: ZEIDLER, D. (Org.). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 41-61.
- Abela, J. A. (2002). *Las técnicas de análisis de contenido: una revisión actualizada*. Fundación Centro Estudios Andaluces Strauss y Corbin, 2016
- Acevedo Díaz J. A. (2010). Formación del profesorado de Ciencias y Enseñanza de la naturaleza de la Ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(3), 653-660. Recuperado de http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2010.v7.i3.04
- Acevedo Díaz, J. A. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Eureka Enseñ. Divul. Cien.* 5(2), 134-169. Recuperado de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3753>
- Acevedo Díaz, J.A (1996). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. En Gordillo, M.; Tedesco, J.; López, J.; Acevedo, J.; Echevarría, J. y OSORIO, C. (Eds.). *'Educación, ciencia, tecnología y sociedad'*. Documento de trabajo (3). España: OEI. 35-40.
- Aikenhead, G. S. (2005). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. *Educación Química*, 16(2), 304-315.
- Aikenhead, G. S. (2005). Research into STS Science Education. *Educación Química*, 16(3), 384-397. Recuperado en http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/research_sts_ed.pdf
- Arango Ramírez, J. S. (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. Recuperado de http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/7469/1/ArangoJames_2013_FormacionCientificaCivilidad.pdf

- Arango Ramírez, J. S., Henao Sierra, B. L., y Romero Chacón, A. E. (2012). Hacia una formación sociopolítica: propuesta pedagógica centrada en discusiones sobre un asunto sociocientífico, respaldadas en fuentes de divulgación. *Uni-pluriversidad*, 12(3), 51-56.
- Arango Ramírez, J. S., Macías Torres, C. Y., Lopera, J. D., y Rúa, D. F. (2018). Cuestiones Sociocientíficas en la clase de Ciencias Naturales: El caso del Jarabe de maíz de alta fructuosa en la industria alimentaria. *Educación y Ciencia*, (21), 875 – 1281. Recuperado de http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/7469/1/ArangoJames_2013_FormacionCientificaCivildad.pdf
- Arboleda Y. A., y Virgen L. M. (2016). *Diseño de una propuesta de enseñanza a partir de un asunto socio-científico como estrategia para la organización del conocimiento científico escolar* (Tesis de pregrado). Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10893/13551>
- Arias Hodge, I. X., y Dallagnol Frison, M. (2016). Abordaje de Cuestiones Sociocientíficas: una alternativa para trabajar la interdisciplinariedad y vivenciar interacciones CTSA. *Tecné Episteme Y Didaxis: TED*, (Extra), 1319-1330. Recuperado de <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4743>
- Arias, I. (2014). Articulación de las Cuestiones Sociocientíficas al Currículo de Ciencias: Aportes y Limitaciones para la Formación de Profesores en la Interfaz Universidad-Escuela. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*, número extraordinario. 151-157.
- Astigarraga, E. (2003). *El método delphi*. San Sebastián: Universidad de Deusto.
- Bastidas Rosero, J. A., y Guerra Murillo, J. A. (2016). *Contribución del modelo argumentativo de Weston en el debate sobre el uso de agrotóxicos como cuestión sociocientífica* (Tesis de Maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/280>
- Beltrán Castillo, M. J. (2010). Una cuestión socio-científica motivante para trabajar pensamiento crítico. *Zona próxima*, (12), 144-157. Recuperado de <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/zona/article/viewArticle/1141>
- Beltrán Martínez, J. C. (2013). *Argumentación en clases de Química, a partir de una cuestión sociocientífica local (CSCL)* (Tesis de Maestría). Universidad Pedagógica Nacional,

- Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/298>
- Beltrán Martínez, J., y Marín Quintero, M. (2017). la historieta como material didáctico en la formación de actitudes relacionadas con la ciencia desde el abordaje de asuntos sociocientíficos. *X congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/record/183632>
- Beltrán, M. A., Gutiérrez, K. A., Martínez, L. F., y Ramírez, J. E. (2017). Interfaz Universidad-Escuela: innovaciones pedagógicas a partir del desarrollo de un MOOC sobre Cuestiones Socio Científicas (CSC) como estrategia didáctica. *Educación y ciudad*, (32), 141-156. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6213570>
- Beltrán, M. A., Martínez, L. F., y Ramírez, J. E. (2017). Comunidad de aprendizaje con el uso de MOOC sobre CSC en la formación permanente de profesores. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía, RIIEP*, 10(1), 231-254. Recuperado de <https://doi.org/10.15332/s1657-107X.2017.0001.10>
- Beltrán, M. J. (2010). Una cuestión socio-científica motivante para trabajar pensamiento crítico. *Zona Próxima*, 12, 144-157.
- Berkowitz, M. W. y Simmons, P. (2003). Integrating science education and character education: The role of peer discussion. En D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. Dordrecht: Kluwer Academic Press, 177-138.
- Bonilla Castañeda M. N. (2014). *Desarrollo de capacidades científicas y la argumentación a través del análisis de un caso sociocientífico: el caso del COLTAN aplicado a los estudiantes de 7 grado* (Tesis de Maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/274/TO-16713.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bossér, U. (2018). Exploring the complexities of integrating socioscientific issues in science teaching (Unpublished doctoral dissertation). Linnaeus University Department of Chemistry and Biomedical Sciences, Kalmar.
- Botero, M., y Jurado, D. S. (2016). *Formación sociopolítica en la clase de ciencias: discusiones sobre el uso de agroquímicos como un asunto sociocientífico* (Tesis de Maestría).

- Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Recuperado de <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/6570>
- Boza, C. Ángel. y de la O Toscano C. M. (2012). Motivos, actitudes y estrategias de aprendizaje: aprendizaje motivado en alumnos universitarios. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 16 (1), 125-142 Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56724377008>
- Buitrago Martín Á. R. y Mejía Cuenca N. M. (2014). *Desarrollo de la argumentación en ciencia escolar como habilidad cognitivo-lingüística mediante el abordaje de situaciones socio-científicas en dos contextos escolares* (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de Colombia, Bogotá, Colombia. Recuperado de https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000599581
- Cáceres, P. (2003). Análisis cualitativo de contenido: una alternativa metodológica alcanzable. *Psicoperspectivas*, 2, 53-82.
- Cachapuz, A. F., Lopes, B., Paixão, F., Praia, J. F., & Guerra, C. (2006). Seminario internacional sobre “el estado actual de la investigación en enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(1), 167-171.
- Cachapuz, A., Paixão, F., Lopes, B., y Guerra, C. (2008). Do estado da arte da pesquisa em educação em ciências: linhas de pesquisa e o caso “Ciência-Tecnologia-Sociedade”. *ALEXANDRIA Revista de educação em ciência e tecnologia*, 1(1), 27-49. Recuperado de <https://repositorio.ipcb.pt/handle/10400.11/1293>
- Calvente, M. G., & Rodríguez, I. M. (2000). El grupo focal como técnica de investigación cualitativa en salud: diseño y puesta en práctica. *Aten Primaria*, 25, 181-186.
- Cano A. D., Echeverri V. E. y Giraldo M. P. A. (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. Recuperado de http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/2029/1/JE0800_Eddycheverri.pdf
- Carvajal, I. X., y Martínez, L. F. (2014). Enculturación científica a partir de la argumentación: una cuestión sociocientífica (CSC) sobre implantes estéticos. *Góndola, enseñanza Y*

- Aprendizaje De Las Ciencias*, 9(1), 96 - 102. Recuperado de <https://doi.org/10.14483/23464712.7316>
- Casallas R. E., y Martínez Pérez, L. F. (2018). Una estrategia didáctica para favorecer la argumentación en la clase de Ciencias a partir del abordaje de una cuestión sociocientífica. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, (Extra). Recuperado de <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/9435>
- Castro, G. P. A. y Carrión, Pérez, D. C. (2014). Propuesta de un Diseño Curricular desde las Cuestiones Sociocientíficas. *Tecné Episteme Y Didaxis: TED*, (Extra), 62-68. <https://doi.org/10.17227/01203916.3190>
- Cázares, H. L., Christen, M., Jaramillo, L. E., Villaseñor, R. L. y Zamudio R. (1999). *Técnicas actuales de investigación documental*. Editorial Trillas: México.
- Chang, Y. H., Chang, C. Y., & Tseng, Y. H. (2010). Trends of science education research: An automatic content analysis. *Journal of Science Education and Technology*, 19(4), 315–331.
- Chaparro, G. C., García, L. E. R., y Ochoa, C. J. P. (2016). Medicina convencional vs medicina alternativa; ¿Quién tiene la razón? Estrategia de alfabetización científica y tecnológica de jóvenes y adultos de educación nocturna para la prevención de enfermedades cancerígenas. *Tecné Episteme Y Didaxis: TED*, (Extra), 1139-1150. Recuperado de <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4716>
- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, 14 (1), 61-71
- Codina, L. (2015). No lo llame Análisis Bibliográfico, llámelo Revisión Sistematizada. Y cómo llevarla a cabo con garantías: *Systematized Reviews + SALSA Framework*. Recuperado de <https://www.lluiscodina.com/revision-sistematica-salsa-frame-work/>
- Colucci-Gray, L., Camino, E., & Barbiero, G. (2006). From Scientific Literacy to Sustainability Literacy: An Ecological Framework for Education. *Science Education*, 90(2), 227–252. Recuperado de <https://aplicacionesbiblioteca.udea.edu.co:2399/10.1002/sce.20109>
- Contreras, R. L. C. (2016). *Abordaje de controversias socioambientales con profesores de química en formación inicial: el caso del glifosato en Colombia* (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12209/2271>

- Correa D. D. A. (2017). *Armas químicas: una cuestión sociocientífica para favorecer el conocimiento profesional del profesor de química en formación inicial* (Trabajo de Pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/10050>
- Creswell, J. (2010). *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*; tradução Magda Lopes. – 3 ed. – Porto Alegre, Brasil: Artmed
- Cubillos, D. M., y Duarte, C. G. G. (2015). *Desarrollo de las competencias argumentativas a través de cuestiones socio científicas (CSC) en un entorno de trabajo cooperativo* (Tesis de Maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/261>
- Dascal, M. (1995). Epistemología, controversias y pragmática. *Isegoría*, (12), 8-43.
- Del Castillo Angulo F. A. y Chapid Pineda J. V. (2017). *Desarrollo del pensamiento crítico desde un asunto socio científico: la carbonera vista desde un club de ciencias* (Tesis de pregrado). Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia. En: <http://hdl.handle.net/10893/13548>
- Díaz Mendivelso, E. J., Ruiz Flórez, M., y Suárez Silva, J. A. (2014). *Aguas residuales del río salitre, como una cuestión sociocientífica para el fortalecimiento del pensamiento crítico en docentes en formación inicial*. (Trabajo de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12209/2278>
- Díaz, M. N y Jiménez-Liso, M. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 9(1), 54-70.
- Díaz, M. N. (2019). Caracterizando controversias sociocientíficas en la prensa escrita. Una herramienta para el desarrollo de la alfabetización científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16, (1), 1-17. Recuperado de <https://doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2019.v16.i1.1102>
- Díaz, N., y Jiménez-Liso, M. (2013). Las controversias socio científicas como contexto en la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 693-701.
- Ducura D. A. (2017). *Propuesta curricular para la formación de habilidades del pensamiento crítico en jóvenes y adultos del Colegio Guillermo Cano Isaza a partir de la CSC: la*

- gobernanza del agua* (Trabajo de Pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/2275>
- Duque, C. D. L. (2018). *Controversias Socio-Científicas en clase de Física* (Tesis de Maestría), Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11349/8899>
- Erduran, S. Osborne, J & S. Simon (2004). Enhancing the quality of argumentation in school, science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 994-1020.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science education*, 88(6), 915-933.
- España, E. & Prieto, T. (2009). Educar Para La Sostenibilidad: El Contexto De Los Problemas Socio-Científicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 345-354.
- España, E. y Prieto, T. (2010). Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la escuela*, 17-24.
- Ezquerria, M. A. y Fernández-Sánchez, B. (2014). Análisis del contenido científico de la publicidad en la prensa escrita. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11, (3), 275-289
- Farías, L., y Montero, M. (2005). De la transcripción y otros aspectos artesanales de la investigación cualitativa. *International Journal of Qualitative Methods*, 4(1). 1-14.
- Fernández, L. M., Vergara, S., Molina, A. M., Viafara, R. y Cabrera, H. G. (2018). La argumentación en contextos escolares de Ciencias Naturales. *Tecné Episteme Y Didaxis: TED*, (Extra). Recuperado de <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/download/8899/6679/>
- Ferreira-Gauchía, C., Vilches, A. y Gil-Pérez, D. (2011). Concepciones acerca de la naturaleza de la tecnología y de las relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente en la educación tecnológica. *Enseñanza de las ciencias, Revista de investigación y experiencias didácticas*, 30 (2), 197-215.
- Forero Mondragón, J. A. (2016). *Diseño e implementación de una unidad didáctica en torno a la construcción de conocimiento científico escolar sobre la alimentación humana* (Tesis de

- Maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/272>
- Fula Sandoval Y. K. y Herrera L. B. (2017). *La argumentación desde los debates sociocientíficos sobre uso y conservación del agua* (Tesis de Maestría), Universidad Autónoma de Colombia, Bogotá, Colombia. Recuperado de https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001358469
- Galeano, M. E. (2003). *Diseño de proyectos en la investigación cualitativa*. Universidad Eafit.
- Galeano, M. E. (2018). *Estrategias de investigación social cualitativa: el giro de la mirada*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Galeano, M., & Vélez, O. (2002). *Estado del arte sobre fuentes documentales en investigación cualitativa*. Medellín: Universidad de Antioquia. Centro de Investigaciones Sociales y Humanas.
- Gallo, D. (2013). *Argumentación en profesores de química en formación inicial a partir de una secuencia de enseñanza sobre metabolismo de aminoácidos* (Tesis de Maestría), Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://upnblib.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/290/TO-16070.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García Bacete, F. J., y Doménech Betoret, F. (1997). Motivación, aprendizaje y rendimiento escolar. *Revista electrónica de motivación y emoción*. 1-18. <http://reme.uji.es/articulos/pa0001/texto.html>
- García, M. D. J. (2017). *Diseño de un proyecto de aula pedagógico desde la problemática de la contaminación del agua como un problema socio-científico para el desarrollo de competencias del siglo XXI* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/57616/>
- García, R. N., y Martínez, P. L. (2015). Incidencia del abordaje de una cuestión socio-científica en la alfabetización científica y tecnológica de jóvenes y adultos. *Praxis & Saber*, 6(11), 87 - 114. Recuperado de <https://doi.org/10.19053/22160159.3576>
- García, V. M. y Suárez, M. M. (2013). El método Delphi para la consulta a expertos en la investigación científica. *Revista Cubana de Salud Pública*, 39(2), 253-267. Recuperado de

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662013000200007&lng=es&tlng=es.

- García, L. T. (2014). *Desarrollo de textos explicativos sobre la obtención de plantas transgénicas mediante Agrobacterium tumefaciens a través de un Objeto Virtual de Aprendizaje* (Tesis de Pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12209/1877>
- Giraldo, M. M. (2018). *Propuesta didáctica para media secundaria: la comprensión de los servicios ecosistémicos de la biodiversidad de insectos, un asunto sociocientífico* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/71490/>
- Giraldo, M., Robledo, S., y Uribe, S. (2014). *Argumentos de estudiantes de cuarto grado en torno a la experimentación en animales y humanos, como asunto sociocientífico* (Tesis de Pregrado), Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/123456789/1507>
- Gómez, J. E., Jiménez, R., De las Heras, M. Á., y Vázquez B. (2018). Avance de Investigación: Validación de un cuestionario para medir el nivel de autorregulación en el tratamiento de cuestiones sociocientíficas en un aula de clase de séptimo grado. *Tecné Episteme Y Didaxis: TED*, (Extra), 1-8. Recuperado de <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/8862>
- Gordillo, M. y Osorio, C. (2003). Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación* 32, 165-210. Recuperado en <https://rieoei.org/historico/documentos/rie32a08.htm>
- Gutiérrez, M. F. (2018). Socioscientific argumentation and model-based reasoning: A study on mining exploitation in Colombia. *Universitas Psychologica*, 17(5), 1-12. Recuperado de <https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy17-5.samb>
- Hamui-Sutton, A. y Varela-Ruiz, M. (2013). La técnica de grupos focales. *Investigación en educación médica*, 2(5), 55-60. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000100009&lng=es&tlng=es. Mella, 2000

- Henao S., B. L. y Palacio M., L. V. (2013). Formación científica en y para la civilidad: un propósito ineludible de la educación en ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 9 (1), 134-161. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134129372007.pdf>
- Henao, S. B. L. (2019). La educación en ciencias: un espacio para la configuración de subjetividad ética-política. *Kénosis*, 7(12), 188-208.
- Henao, S. B. L., y Stipcich, M. S. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanzas de las Ciencias*, 7 (1), 47-62.
- Hodson D. (2010). Science Education as a Call to Action, *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 10 (3), 197-206, Recuperado de 10.1080/14926156.2010.504478
- Hodson, D (2004). Going beyond STS: Towards a curriculum for sociopolitical action. *The Science Education Review*, 3, 2-7. Recuperado de http://www.scienceeducationreview.com/open_access/hodson-action.pdf
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 6(25), 645-670. Recuperado en <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500690305021#preview>
- Hoyos, C. (2000). *Un modelo para investigación documental: Guía teórico práctica sobre construcción de Estados del Arte con importantes reflexiones sobre la investigación*. Medellín, Colombia: Señal Editora.
- Illán Romeu, Nuria, & Molina Saorín, Jesús. (2011). Integración Curricular: respuesta al reto de educar en y desde la diversidad. *Educación en Revista*, (41), 17-40. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/S0104-40602011000300003>
- Jiménez-Aleixandre, M. P (2010) *10 ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas*. Editorial Graó. Barcelona, España.
- Jimenez-Aleixandre, M. P. (2005). A argumentação sobre questões sócio-científicas: processos de construção e justificação do conhecimento na aula. Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Bauru, Abrapec.

- Karisan, D. & Zeidler, D.L. (2017). Contextualization of nature of science within the socioscientific issues framework: A review of research. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 139-152
- Kelly, G. J., & Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science education*, 86(3), 314-342.
- Kolsto, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85, (291), -310.
- Krapas, S. (2013). Historia y naturaleza de la ciencia: articulaciones con la alfabetización científica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 1844-1848.
- Laguna, S. S., Caballero-Uribe, C., Lewis, V., Mazuera, S. Salamanca, j., Daza, W. Y Fourzali, A. (2007). Consideraciones éticas en la publicación de investigaciones científicas. *Revista Científica Salud Uninorte*, 23 (1), 64-78.
- Lederman, N. G. (2018). La siempre cambiante contextualización de la naturaleza de la ciencia: documentos recientes sobre la reforma de la educación científica en los Estados Unidos y su impacto en el logro de la alfabetización científica. *Enseñanza de las ciencias*, 36 (2), 5-22.
- Levinson, R. (2006). Towards a theoretical framework for teaching controversial socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 28 (10), 1201-1224. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1080/09500690600560753>
- Márquez, C., Roca y Sanmartí, N. (2009). Investigar en el campo de la Didáctica de las Ciencias: ¿Para qué? ¿Cómo? *Revista Investigación en la Escuela*, 31-43.
- Martín, D. M. (2002). Enseñanza de las ciencias ¿Para qué? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (2), 57-63.
- Martínez y Parga (Ed.) (2014). Formación permanente de profesores en la interfaz universidad-escuela: currículo, fundamentos y roles: una experiencia en construcción. Universidad Pedagógica Nacional. Recuperado de <http://www.alternaciencias.com/PDFsAlterna/LineaCTSAGrupoAlternacienciasUPN2011%202/Libros/Formacion%20Maestros%20Ciencias%20WEB.pdf>

- Martínez, L. (2010). *A abordagem de questões sociocientíficas na formação continuada de professores de Ciências: contribuições e dificuldades* (Tese Doutorado). Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, Brasil.
- Martínez, L. (2012). *Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores*. São Paulo: Editora Unesp.
- Martínez, L. F. (2014). Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. *Tecné Episteme Y Didaxis TED*, (36), 77-94. Recuperado de <https://doi.org/10.17227/01213814.36ted77.94>
- Martínez, L. F., Parga, D. L. y Gómez D. L. (2012). Cuestiones sociocientíficas en la Formación de Profesores de Ciencias. *Revista EDUCyT*, (Extra), 139-131. Recuperado de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/5021>
- Martínez, L. y Parga, D. (2013a). La emergencia de las Cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. *Góndola*. 8(1), 23- 35. Recuperado de: https://www.redib.org/recursos/Record/oai_articulo744008-emergencia-cuestiones-sociocientificas-enfoque-ctsa
- Martínez, L. y Parga, D. (2013b). *Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas: aportes para la formación del profesorado*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Martínez, L., Peñal, D. y Villamil, Y. (2007). Relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad Y Ambiente A Partir De Casos Simulados: Una Experiencia En La Enseñanza De La Química. *Ciência & Ensino*. 1 (número especial), 1-16.
- Martínez, Parga y Gómez. (2012). Cuestiones sociocientíficas en la Formación de Profesores de Ciencias. *Asociación Colombiana para la investigación en Educación en Ciencias y Tecnología EDUCyT. Revista EDUCyT*, (Extra), 1-13.
- Martínez-Salgado, (2012). El muestreo en investigación cualitativa: Principios básicos y algunas controversias. *Artigo Article*, 613-619.
- Mazo Cano, J. A. (2018) *Enseñanza de las ciencias naturales y formación en ciudadanía para promover la participación en asuntos socio-científicos y ambientales del entorno* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/69988/>
- Mazo Murcia C. A., Arango James S. y Amelines Rico P. A. (2018). Discusiones sobre el fracking en Colombia como una cuestión sociocientífica. *Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*

- en Debate. 2. p. 375- 382. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/335313947 Discusiones sobre el fracking en Colombia como una cuestion sociocientifica](https://www.researchgate.net/publication/335313947_Discusiones_sobre_el_fracking_en_Colombia_como_una_cuestion_sociocientifica)
- Medina, L. L. F. (2014). Cuestiones socio-ambientales en el desarrollo sostenible de fuentes energéticas; propuesta de educación científica intercultural en contextos rurales. *Tecné Episteme Y Didaxis: TED*, (Extra). Recuperado de <https://doi.org/10.17227/01203916.3205>
- Membiola, P. (1997). Una revisión del movimiento educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad. Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas, 15(1), 51-57.
- Mella, O. (2000). Grupos focales ("Focus groups"). Técnica de investigación cualitativa. Documento de trabajo, (3).
- Mesa García, S. P., y Seña Pantoja, E. N. (2013). *Argumentación en torno al concepto "Lo vivo": Discusiones sobre el maltrato animal como asunto sociocientífico* (Tesis de Maestría), Universidad de Antioquia, Medellín., Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/123456789/163>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2013). Sistema colombiano de formación de educadores y lineamientos de política. Recuperado de [http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-345822 ANEXO 19.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-345822_ANEXO_19.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2006). Estándares básicos de competencias en ciencias sociales y ciencias naturales. Formar en Ciencias: El desafío. Recuperado de: http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (1998). Serie lineamientos curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Bogotá D.C, Colombia. Recuperado de: <http://www.mineduacion.gov.co/>
- Molano, A. M. (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. *Tecné Episteme Y Didaxis: TED*, (Extra), 50-62. <https://doi.org/10.17227/01203916.3189>
- Montoya M. y Tobón G. (2016). *La actividad floricultora y sus impactos ambientales: una propuesta para enseñar ciencias naturales y educación ambiental desde problemas*

- ambientales locales* (Trabajo de Pregrado), Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/123456789/2412>
- Mora, W. (2012). Educación en ciencias y educación ambiental: Necesidad de una relación mutuamente beneficiosa. *Memorias del Tercer congreso Educyt* (extra). 134- 148.
- Moreira, M. A. (2004). Investigación básica en educación en ciencias: una visión personal. *Revista Chilena de Educación Científica*, 3(1), 1-10.
- Moreno, S. D. F., Martínez P. L. F. y Pacheco de Carvalho W. L. (2014). Las cuestiones sociocientíficas como posibilidad para comprender la naturaleza de la ciencia por parte de estudiantes de licenciatura. *Uni-pluri/versidad*, 14(2), 294 - 299. Recuperado de <http://aiacts.web.ua.pt/SEPARATA%20REVISTA%20UNIPLURIVERSIDAD%20NRO%2041.pdf>
- Moreno, S. D. F., Jandira, L. B.T., y Pacheco L. (2014). La cuestión sociocientífica del Diagnóstico preimplantación genética (DPG) como posibilidad para una comprensión social de la ciencia por parte de futuros profesores. *Tecné Episteme Y Didaxis: TED*, (Extra), 164-171. Recuperado de <https://doi.org/10.17227/01203916.3204>
- Moreno, D. F., Carvalho N., Carvalho, W. L. P. & Martínez (2011) *A questão abordagem um sociocientífica na educação de adultos. En CTS y Educación científica: desafíos tendencias y resultados de la investigación*. Brasilia: Editorial UNB.
- Muñoz, P. A. y Castrillón, M. C. y (2015). *La obsolescencia programada: ¿el fin de una crisis económica o el inicio de una problemática ambiental? reflexiones que incentivan la formación sociopolítica en los estudiantes* (Tesis de Pregrado) Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Recuperado de http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/2026/1/JG01006_PaolaMu%C3%B1oz.pdf
- Olarte, C. C. A. (2019). *Noticias sobre biocombustibles y percepciones de profesores sobre ciencia y sociedad: una propuesta para conceptualizar las cuestiones sociocientíficas* (Tesis de Maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12209/10341>
- Oliveira, Silva-Forsberg y Menezes. (2013). Questões sociocientíficas com enfoque CTS na formação de professores de Ciências: perspectiva de complementaridade Questões sociocientíficas com enfoque CTS na formação de professores de Ciências: perspectiva de

- complementaridade. *Amazonia : revista de educação em ciências e matemáticas*, 9 (18), 84-98.
- Pabón, T, y Muñoz, L. (2014). La controversia científica como propuesta de enseñanza para fundamentar las capacidades crítico-argumentativas en docentes en formación de Química. *Tecné, Episteme Y Didaxis: TED*, (Extra). Recuperado de <https://doi.org/10.17227/01203916.3341>
- Pabón, T., Muñoz, L., y Vallverdú, J. (2015). La controversia científica, un fundamento conceptual y metodológico en la formación inicial de docentes: una propuesta de enseñanza para la apropiación de habilidades argumentativas. *Educación química*, 26(3), 224-232. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2015000300224
- Padilla, B. J. E., Vega, R. P. L. y Rincón, C. D. A. (2014). Teoría fundamentada y sus implicaciones en investigación educativa: el caso de Atlas. ti. *Revista de investigaciones UNAD*, 13(1), 23-39.
- Palomeque-ForeroL. (2016). El juego de rol: aportes de la educación universitaria a la cultura de la paz. *Revista Mutis*, 6(1), 64-72. Recuperado de <https://doi.org/10.21789/22561498.1113>
- Parga Lozano, D., y Romero Sánchez, J. (2016). Las controversias sociocientíficas en los contenidos de enseñanza de la química cosmética. *Praxis & Saber*, 7(15), 207-230. <https://doi.org/10.19053/22160159.v7.n15.2016.5730>
- Pelayo Barbosa, D.A. y Martínez Pérez, L.F. (2016). Argumentación en estudiantes de educación media a partir del abordaje sociocientífico de la automedicación. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 12(2), 57-82. Recuperado de [http://vip.ucaldas.edu.co/latinoamericana/downloads/Latinoamericana12\(2\)_4.pdf](http://vip.ucaldas.edu.co/latinoamericana/downloads/Latinoamericana12(2)_4.pdf)
- Penzo, W., Fernández, V., García, I., Gros, B., Pagés T., Roca, M., Vallés, A., y Vendrell, P. (2010). *Guía para la elaboración de las actividades de aprendizaje*. Editorial Octaedro. Recuperado de <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/144985/1/15cuaderno.pdf>
- Pinzón, N. Y. A.; Salazar, M. L. V. y Martínez, P. L. F. (2015). Razonamiento moral y ético en estudiantes de educación secundaria a partir de las cuestiones sociocientíficas. *Unipluriversidad*, 15(1), 76-86. Recuperado de https://www.academia.edu/35328030/15_Razonamiento_moral_y_%C3%A9tico_en_est

[udiantes de educaci%C3%B3n secundaria a partir de las cuestiones sociocient%C3%ADficas](#)

- Pinzón Y. A., Salazar, I. V., y Martínez, L. F. (2018). Enculturación científica a través de la interdisciplinariedad de las cuestiones. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 8 (2), 1-25. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/327330374_Enculturacion_Cientifica_Atraves_de_la_Interdisciplinariedad_de_las_Cuestiones
- Polya, G. (1979). *Cómo plantear y resolver problemas*. México D. F.: Trillas.
- Posner, G. J., Strike, K.A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227
- 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. Recuperado de [ayura.udea.edu.co > jspui > handle](http://ayura.udea.edu.co/jspui/handle)
- Quintero, P. J. D. (2016). Construcción de un biodigestor y sus implicaciones en la enseñanza de la química: una experiencia de aula basada en una cuestión sociocientífica (CSC). *Investigación PPDQ*, (54). Recuperado de <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/PPDQ/article/view/4049>
- Quintero, C. (2010). Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): perspectivas educativas para Colombia. *Zona próxima*, (12), 1657-2416.
- Quiroga, K. y Verano, S. (2014). Las carnes curadas: una cuestión sociocientífica para favorecernpensamiento crítico en docentes en formación inicial. *Tecné Episteme Y Didaxis: TED*, (Extra), 43-49. Recuperado de <https://doi.org/10.17227/01203916.3188>
- Ramos R, M. y Muñoz A, L. (2015). La enseñanza de la química ambiental: Una propuesta fundamentada en la controversia científica y la resolución de problemas. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (38), 133-146. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-38142015000200008&lng=en&tlng=es.
- Ramos, M. y Muñoz L. (2014). El agua: caracterización y potabilización: una propuesta fundamentada en la controversia científica y la resolución de problemas. *Uni-*

- pluri/versidad*, 14(2), 294 - 299. Recuperado de <http://aia-cts.web.ua.pt/SEPARATA%20REVISTA%20UNIPLURIVERSIDAD%20NRO%2041.pdf>
- Ratcliffe, M. y Grace, M. (2003). Science education for citizenship: teaching socio- scientific issues. Maidenhead: Open University Press.
- Ratcliffe, M. (2009). The place of socio scientific issues in citizenship education. Human Rights and Citizenship Education Proceedings of the eleventh Conference of the Children's Identity and Citizenship in Europe Academic Network.
- Reguant-Álvarez, M., & Torrado-Fonseca, M. (2016). El método Delphi. *REIRE. Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 2016, 9 (2) 87-102.
- Reis, P. & Galvão, C. (2008). Os professores de Ciências naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. *Revista eletrónica de Enseñanza de la Ciencias*, 7(3), 746-772.
- Reis, P. (2014). Acción socio-política sobre Cuestiones Socio-Científicas: reconstruyendo la formación docente y el currículo. *Uni-pluri/versidad*, 14(2), 16-26.
- Reis, P. (2004). Controvérsias sócio-científicas: discutir ou não discutir?: Percursos de aprendizagem na disciplina de ciências da terra e da vida. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10400.15/89>
- Robottom, I. (2012). Socio-Scientific Issues in Education: Innovative practices and Contending epistemologies. *Research in Science Education*, 42 (1), 95-107.
- Rodríguez Hernández, B. (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*. (Tesis de Doctorado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/9303>
- Rodríguez, B. y Martínez, L. F. (2014). Análisis del discurso didáctico crítico de profesores de ciencias al abordar cuestiones sociocientíficas. *Uni-pluri/versidad*, 41 (14), 80-85. Recuperado de <http://aia-cts.web.ua.pt/SEPARATA%20REVISTA%20UNIPLURIVERSIDAD%20NRO%2041.pdf>

- Rodríguez I. B., y Suarez, O. J. (2017). Identificación de esquemas argumentativos a través de un caso sociocientífico, en estudiantes de grado 8. *Bio-grafía*, 10(19), Recuperado de 492-501. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.extra2017-7141>
- Rodríguez, I. B., & Suarez, O. J. (2018). Argumentación al tratar un caso sociocientífico en una secuencia didáctica que incorpora PodCast. *Tecné Episteme Y Didaxis: TED*, (Extra). Recuperado de <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/8930>
- Romero, Á. E., Henao, B. L., Barros, J. F., Palacio, L. V., Restrepo, C., Arango, J. S., y Guzmán, J. F. (2013). *La argumentación en la clase de ciencias: aportes a una educación en ciencias en y para la civilidad fundamentada en reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias*. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Romero, Á.; Aguilar, Y. y Mejía, L. S. (2016). Naturaleza de las ciencias y formación de profesores de física. El caso de la experimentación. CPU-e. *Revista de Investigación Educativa*, (23), 75-98. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-53082016000200075&lng=es&tlng=pt.
- Romero, C. M. (2018). *Proyecto Tibanica. Una controversia sobre humedales* (Tesis de Maestría). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11349/14326>
- Rozo, O. y Martínez, L. (2018). Formación del profesor como investigador desde la escuela: fundamental acción sociopolítica y ambiental a partir del abordaje del cambio climático. *Tecné, Episteme Y Didaxis: TED*, (Extra), 1-8. Recuperado de <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/9195>
- Rozo, O. W. y Martínez, L. F (2016). Investigaciones sobre acciones sociopolíticas y ambientales en la escuela, a partir de la formación de profesores investigadores en el abordaje de cuestiones sociocientíficas. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*, número extraordinario, 1224-1233.
- Rueda, L. P. y Garzón, M. L. (2016). *Propuesta educativa para la integración de las ciencias naturales a través de un problema socio-científico* (Trabajo de pregrado). Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10893/9481>
- Ruiz, M. (2014). Alimentos naturales vs alimentos artificiales ¿un problema real de nutrición?: una propuesta, de enseñanza para grado sexto a partir de las cuestiones sociocientíficas.

- Góndola, enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 9(1), 62 - 77.
<https://doi.org/10.14483/23464712.7313>
- Sadler, T. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 513-536. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1002/tea.20009>
- Sadler, T. (2013). Troy D. Sadler (ed.): *Socio-Scientific Issues in the Classroom: Teaching, Learning and Resea.* 22, 723–728.
- Sadler, T. D. y Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of research in science teaching*, 42(1), 112-138.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2004). The Morality of Socioscientific Issues: Construal and Resolution of Genetic Engineering Dilemmas. *Science Education*, 88(1), 4–27.
<https://doi.org/10.1002/sce.10101>
- Sadler, T. D., Chambers, F. W., & Zeidler, D. L. (2002). Investigating the Crossroads of Socioscientific Issues, the Nature of Science, and Critical Thinking. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. 2-26.
- Sadler, T. D., y Fowler, S. R. (2006). A threshold model of content knowledge transfer for socioscientific argumentation. *Science Education*, 90(6), 986-1004.
- Salazar, A. y Garizado, J. (2017). *Anti-nutrientes como inhibidores de minerales una cuestión socio-científica para promover relaciones CTSA en profesores en formación inicial* (Trabajo de pregrado), Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/9814>
- Sanmartí, N. Izquierdo, M. y García, P. (1999). Hablar y escribir. Una condición necesaria para aprender ciencias. *Cuadernos de pedagogía*, 281, 54-58.
- Santos de Sousa, P.; Tormöhlen, S. (2017). Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências: algumas características das pesquisas brasileiras. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 19, 1-22.
- Santos, W. L. & Mortimer, E. F. (2009). Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, 14(2), 191-218.
- Schiefelbein, E. (1995) *Programa de acción para la reforma educativa en América Latina y el Caribe*. (Trabajo preparado para la Conferencia Anual del Banco Mundial para el

- Desarrollo en América Latina y el Caribe, Río de Janeiro, 12 y 13 de junio de 1995). UNESCO-OREALC.
- Shen, B. S. (1975). Views: Science Literacy: Public understanding of science is becoming vitally needed in developing and industrialized countries alike. *American Scientist*, 63(3), 265-268.
- Silva y Santos, (2014). Questões sociocientíficas e o lugar da moral nas pesquisas em ensino de ciências. *Interacções*, (31), 124-148
- Simonneaux, L. (2001). Role-Play or debate to promote students' Argumentation and justification on an issue in animal transgenesis. *International Journal Of Science Education*, 23, 903–927.
- Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico: Introducción. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 10 (1), 1-10.
- Solís, Carlos. (1997). *La História de la Ciencia Despues de Khun*. Barcelona: Paídos.
- Strauss, A., & Corbin, J. (2016). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Universidad de Antioquia.
- Tamayo Álzate, O. E. (2012). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Hallazgos*, 9(17), 211-233.
- Tekin, N., Aslan, O. & Yilmaz, S. (2016). Research Trends on Socioscientific Issues: A Content Analysis of Publications in Selected Science Education Journals. *Journal of Education and Training Studies*, 4 (9), 16-24.
- Torres, N. Y. (2011). Las cuestiones sociocientíficas: una alternativa de educación para la sostenibilidad. *Luna Azul*, (32), 45-51. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742011000100005&lng=en&tlng=.
- Torres, N. Y. (2014). El uso del glifosato una cuestion sociocientífica como contribución al cuestionamiento de la información. *Bio-grafía*, (Extra), 903-911. Recuperado de <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia903.911>
- Torres, N. Y., y Martínez, L. F. (2011). Desarrollo de pensamiento crítico en estudiantes de Fisioterapia, a partir del estudio de las implicaciones sociocientíficas de los xenobióticos.

- Tecné Episteme Y Didaxis: TED*, (29), 65-84. Recuperado de <https://doi.org/10.17227/ted.num29-1088>
- Torres, N. Y., y Solbes, J. (2016) Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las Ciencias*, 34 (2), 43-65. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/309279>
- Torres, J. (1994). *Globalización e interdisciplinariedad: el currículum integrado*. Madrid: Morata.
- Torres, N. (2011 a.). Las cuestiones socio científicas: una alternativa de educación para la sostenibilidad. *Revista Luna Azul*, (32), 45-51.
- Torres, N. (2011 b.). Las cuestiones sociocientíficas como estrategia didáctica para el desarrollo del trabajo colaborativo en el aula de clase. *Revista "Entre Comillas"*, (14) 45 - 52.
- Torres, N. (2011). Las cuestiones sociocientíficas: una alternativa de educación para la sostenibilidad. *Luna Azul*, (32), 45-51.
- Valencia, G. L. (2015). *Hacia una formación científica civilista: discusiones sobre el cuidado del patrimonio biocultural en un grupo de niños, niñas y jóvenes participantes de un club científico* (Tesis de Maestría). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Recuperado de <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/6578>
- Valle, A.; González R.; Cuevas, L. M.; Fernández, A. P. (1998). Las estrategias de aprendizaje: características básicas y su relevancia en el contexto escolar. *Revista de Psicodidáctica*, (6), pp. 53-68 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17514484006>
- Vallverdú, J. (2005). ¿Cómo finalizan las controversias? Un nuevo modelo de análisis: la controvertida historia de la sacarina. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 2(5), 19-50.
- Vera Y. (2015). *Asunto sociocientífico: una manera para fortalecer la construcción de explicaciones a partir del estudio de casos – cáncer de mama* (Trabajo de grado). Universidad del Valle. Santiago de Cali. Colombia. Recuperado de <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/9482/3467-0510886.pdf?sequence=1>
- Yalaki, Y. (2016). Improving University Student Science-Technology-Society-Environment Competencies. *International Journal of Progressive Education*, 12 (1), 91-98.
- Zeidler & Nichols, (2009). Socioscientific Issues: Theory and Practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21 (2), 49-58.

- Zeidler, D. L., Osborne, J, Erduran, S., Simon, S. & Monk, M. (2003). The role of argument during discourse about socioscientific issues. En D.L. Zeidler (ed.). *The Role of Moral Reasoning on Socioscientific Issues and Discourse in Science Education*. Recuperado en <http://www.amazon.com/Reasoning-Socioscientific-Discourse-Education-Contemporary/dp/1402038550>
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L. y Howes, E. V. (2005). Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357–377. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/sce.20048>
- Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86(3), 343–367. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/sce.10025>
- Zeidler, D., Sadler, T., Applebaum, S. y Callahan, B. (2009). Advancing reflective judgment through socioscientific issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 46 (1), 74- Recuperado de 101. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.20281>
- Zenteno-Mendoza, B & Garritz, A. (2009). Secuencias dialógicas, la dimensión CTS y asuntos socio-científicos en la enseñanza de la química, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 2-25.
- Zohar, A. & Nemet, F. (2002). Fostering students. knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62

8. ANEXOS

ANEXO 1: Consentimiento informado para expertos invitados a triangulación.

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Maestría en Educación



Consentimiento informado

En el marco del trabajo de investigación titulado “Las Cuestiones Socio-Científicas (CSC) en Colombia y sus aportes a la Educación en Ciencias Naturales durante el periodo 2000-2018” desarrollando por la estudiante Luz Mery Montoya Ocampo y asesorado por la profesora Yesenia Quiceno Serna de la Maestría en Educación de la Universidad de Antioquia, se desarrollará un grupo de discusión a modo de “triangulación con expertos” para profundizar en algunos hallazgos, producto del proceso de investigación. Con la firma de este documento, se entiende que aceptada la invitación a participar del grupo de discusión y autoriza que los comentarios y/o reflexiones realizadas durante el encuentro, puedan ser tenidos en cuenta en la elaboración de los resultados y conclusiones del trabajo, respetando su autoría.

Bajo este objeto, el encuentro será desarrollado desde una “plataforma para videoconferencias” y será grabado para facilitar su posterior análisis.

Finalmente, al encontrarse el presente trabajo en la construcción del informe final de investigación, agradecemos que la información presentada no sea divulgada ni compartida hasta que se publique la investigación.

De antemano agradecemos su disposición y colaboración.

Cordialmente,

LUZ MERY MONTOYA OCAMPO

Estudiante Maestría en Educación

Universidad de Antioquia

E-mail. mery.montoya@udea.edu.co

YESENIA QUICENO SERNA

Asesora de trabajo de grado

Universidad de Antioquia

E-mail. yesenia.quiceno@udea.edu.co

Profesor participante,

NOMBRE COMPLETO

Cargo

Universidad

E-mail.

ANEXO 2: Relación investigaciones sobre CSC que hicieron parte del Estado del Arte, desarrolladas en Colombia en el periodo 2000-2018

N°	Autor (es)	Título del trabajo
1	Arango (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 socio-científico
2	Arango <i>et al.</i> (2018)	Cuestiones Sociocientíficas en la clase de Ciencias Naturales: El caso del Jarabe de maíz de alta fructuosa en la industria alimentaria
3	Arboleda y Virgen (2016)	Diseño de una propuesta de enseñanza a partir de un asunto socio-científico como estrategia para la organización del conocimiento científico escolar
4	Arias y Dallagnol (2016)	Abordaje de Cuestiones Sociocientíficas: una alternativa para trabajar la interdisciplinariedad y vivenciar interacciones CTSA
5	Bastidas y Guerras (2016)	Contribución del modelo argumentativo de Weston en el debate sobre el uso de agrotóxicos como cuestión sociocientífica
6	Beltrán (2010)	Una cuestión sociocientífica motivante para trabajar pensamiento crítico
7	Beltrán (2013)	Argumentación en clases de Química, a partir de una cuestión sociocientífica local (CSCL)
8	Beltrán y Marín (2017)	La historieta como material didáctico en la formación de actitudes relacionadas con la ciencia desde el abordaje de asuntos socio-científicos
9	Beltrán, Gutiérrez, Martínez y Ramírez (2017)	Interfaz Universidad - Escuela: innovaciones pedagógicas a partir del desarrollo de un MOOC sobre Cuestiones Socio Científicas (CSC) como estrategia didáctica
10	Beltrán, Martínez y Ramírez (2017)	Comunidad de aprendizaje con el uso de MOOC sobre CSC en la formación permanente de profesores
11	Bonilla (2014)	Desarrollo de capacidades científicas y la argumentación a través del análisis de un caso socio-científico: el caso del COLTAN aplicado a los estudiantes de 7 grado
12	Botero y Jurado (2016)	Formación sociopolítica en la clase de ciencias: discusiones sobre el uso de agroquímicos como un asunto socio-científico.
13	Buitrago y Mejía (2014)	Desarrollo de la argumentación en ciencia escolar como habilidad cognitivo-lingüística mediante el abordaje de situaciones socio-científicas en dos contextos escolares distintos

14	Cano, Echeverri y Giraldo (2015)	¿Consumir o no alimentos modificados genéticamente?, una controversia sociocientífica para contribuir a la formación sociopolítica en la clase de ciencias
15	Carvajal y Martínez (2014)	Enculturación científica a partir de la argumentación: una cuestión sociocientífica (CSC) sobre implantes estéticos
16	Casallas y Martínez (2018)	Una estrategia didáctica para favorecer la argumentación en la clase de Ciencias a partir del abordaje de una cuestión sociocientífica
17	Castro y Carrión (2014)	Propuesta de un Diseño Curricular desde las Cuestiones Sociocientíficas
18	Chaparro, García y Ochoa (2016)	Medicina convencional vs medicina alternativa; ¿Quién tiene la razón? Estrategia de alfabetización científica y tecnológica de jóvenes y adultos de educación nocturna para la prevención de enfermedades cancerígenas
19	Contreras (2016)	Abordaje de controversias socioambientales con profesores de química en formación inicial: el caso del glifosato en Colombia
20	Correa (2017)	Armas químicas: una cuestión sociocientífica para favorecer el conocimiento profesional del profesor de química en formación inicial
21	Cubillos y Duarte (2015)	Desarrollo de las competencias argumentativas a través de cuestiones socio científicas (CSC) en un entorno de trabajo cooperativo.
22	Del Castillo y Chapid (2017)	Desarrollo del pensamiento crítico desde un asunto socio científico: la carbonera vista desde un club de ciencias
23	Díaz, Ruiz y Suárez (2014)	Aguas residuales del río salitre, como una cuestión sociocientífica para el fortalecimiento del pensamiento crítico en docentes en formación inicial
24	Ducucara (2017)	Propuesta curricular para la formación de habilidades del pensamiento crítico en jóvenes y adultos del Colegio Guillermo Cano Isaza a partir de la CSC: la gobernanza del agua
25	Duque (2018)	Controversias Socio-Científicas en clase de Física
26	Fernández <i>et al.</i> (2018)	La argumentación en contextos escolares de Ciencias Naturales
27	Forero (2016)	Diseño e implementación de una unidad didáctica en torno a la construcción de conocimiento científico escolar sobre la alimentación humana
28	Fula y Herrera (2017)	La argumentación desde los debates socio-científicos sobre uso y conservación del agua
29	Gallo (2013)	Argumentación En Profesores De Química En Formación Inicial A Partir De Una Secuencia De Enseñanza Sobre Metabolismo De Aminoácidos.
30	García (2017)	Diseño de un proyecto de aula pedagógico desde la problemática de la contaminación del agua como un

		problema socio-científico para el desarrollo de competencias del siglo XXI
31	García (2014)	Desarrollo de textos explicativos sobre la obtención de plantas transgénicas mediante <i>Agrobacterium tumefaciens</i> a través de un Objeto Virtual de Aprendizaje
32	García y Martínez (2015)	Incidencia del abordaje de una cuestión sociocientífica en la alfabetización científica y tecnológica de jóvenes y adultos
33	Giraldo (2018)	Propuesta didáctica para media secundaria: la comprensión de los servicios ecosistémicos de la biodiversidad de insectos, un asunto socio-científico.
34	Giraldo, Robledo y Uribe (2014)	Argumentos de estudiantes de cuarto grado en torno a la experimentación en animales y humanos, como asunto socio-científico
35	Gómez <i>et al.</i> (2018)	Avance de Investigación: Validación de un cuestionario para medir el nivel de autorregulación en el tratamiento de cuestiones sociocientíficas en un aula de clase de séptimo grado.
36	Gutiérrez (2018)	Socioscientific Argumentation and Model-Based Reasoning: A Study on Mining Exploitation in Colombia
37	Martínez, Parga y Gómez (2012)	
38	Mazo (2018)	Enseñanza de las Ciencias Naturales y Formación en Ciudadanía para Promover la Participación en Asuntos Socio-científicos y Ambientales del Entorno
39	Mazo, Arango y Amelines (2018)	Discusiones sobre el fracking en Colombia como una cuestión sociocientífica
40	Medina (2014)	Cuestiones socio-ambientales en el desarrollo sostenible de fuentes energéticas; propuesta de educación científica intercultural en contextos rurales.
41	Mesa y Seña (2013)	Argumentación en torno al concepto de “lo vivo”: discusiones sobre el maltrato animal como asunto socio-científico
42	Molano (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
43	Moreno, Martínez y Pacheco (2014)	Las cuestiones sociocientíficas como posibilidad para comprender la naturaleza de la ciencia por parte de estudiantes de licenciatura
44	Moreno, Jandira y Pacheco (2014)	La cuestión sociocientífica del Diagnóstico Preimplantación Genética (DPG) como posibilidad para una comprensión social de la ciencia por parte de futuros profesores
45	Muñoz y Castrillón (2015)	La obsolescencia programada: ¿el fin de una crisis económica o el inicio de una problemática ambiental? reflexiones que incentivan la formación sociopolítica en los estudiantes.

46	Olarte (2018)	Noticias sobre biocombustibles y percepciones de profesores sobre ciencia y sociedad: una propuesta para conceptualizar las cuestiones sociocientíficas
47	Palomeque-Forero (2016)	El juego de rol: aportes de la educación universitaria a la cultura de la paz
48	Parga y Romero (2016)	Las controversias sociocientíficas en los contenidos de enseñanza de la química cosmética
49	Pabón, Muñoz y Vallverdú (2015)	La controversia científica, un fundamento conceptual y metodológico en la formación inicial de docentes: una propuesta de enseñanza para la apropiación de habilidades argumentativas
50	Pelayo y Martínez (2016)	Argumentación en estudiantes de educación media a partir del abordaje socio-científico de la automedicación
51	Pinzón, Salazar y Martínez (2015)	Razonamiento moral y ético en estudiantes de educación secundaria a partir de las cuestiones sociocientíficas
52	Quintero (2016)	Construcción de un biodigestor y sus implicaciones en la enseñanza de la química: una experiencia de aula basada en una cuestión sociocientífica (CSC)
53	Quiceno y Vélez (2011)	La argumentación y el carácter interdisciplinario de los asuntos socio-científicos y su aporte a una formación en y para la civilidad
54	Quiroga y Verano (2014)	Las carnes curadas: una cuestión sociocientífica para favorecer el pensamiento crítico en docentes en formación inicial
55	Ramos y Muñoz (2015)	La enseñanza de la química ambiental: Una propuesta fundamentada en la controversia científica y la resolución de problemas
56	Rodríguez y Martínez (2014)	Análisis del discurso didáctico crítico de profesores de ciencias al abordar cuestiones sociocientíficas
57	Rodríguez (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
58	Rodríguez y Suarez (2018)	Argumentación al tratar un caso socio-científico en una secuencia didáctica que incorpora PodCast
59	Romero (2018)	Proyecto Tibanica. Una controversia sobre humedales
60	Rozo y Martínez (2018)	Formación del profesor como investigador desde la escuela: fundamental acción sociopolítica y ambiental a partir del abordaje del cambio climático
61	Rueda y Garzón (2016)	Propuesta educativa para la integración de las ciencias naturales a través de un problema socio-científico
62	Ruiz (2014)	Alimentos naturales vs alimentos artificiales ¿un problema real de nutrición?: una propuesta, de enseñanza para grado sexto a partir de las cuestiones sociocientíficas
63	Salazar y Garizado (2017)	Anti-nutrientes como inhibidores de minerales una cuestión socio-científica para promover relaciones CTSA en profesores en formación inicial

64	Torres (2011)	Las cuestiones sociocientíficas: una alternativa de educación para la sostenibilidad
65	Torres y Martínez, (2011)	Desarrollo de pensamiento crítico en estudiantes de Fisioterapia, a partir del estudio de las implicaciones sociocientíficas de los xenobióticos
66	Torres y Solbes (2016)	Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico
67	Valencia (2015)	Hacia una formación científica civilista: discusiones sobre el cuidado del patrimonio biocultural en un grupo de niños, niñas y jóvenes participantes de un club científico
68	Vera (2015)	Asunto socio-científico: una manera para fortalecer la construcción de explicaciones a partir del estudio de casos – cáncer de mama