

Concepciones y prácticas de maestros de ciencias naturales en formación avanzada sobre los valores de la actividad científica en el enfoque CTSA

Conceptions and practices of natural science teachers in advanced training on the values of scientific activity in the STSE approach

Concepções e práticas de professores de ciências naturais na formação avançada sobre os valores da atividade científica na abordagem CTSA

Leidy Yurani Villa Garcia Ph.D

Universidade Federal do Pará

Leidyvilla10@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7080-929X>

César Augusto Gutiérrez Salazar Ph.D.

Universidad Santiago de Cali

cesar.gutierrez01@usc.edu.co

<https://orcid.org/0000-0001-7963-648X>

Valery Daniela Bolaños Patiño Mg.

Universidad del Valle

valery.bolanos@correounivalle.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-3016-0502>

Clara Inés Marín Morales Mg.

Universidad del Valle

clara.marin@correounivalle.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-3893-9609>

Resumen

En la enseñanza de las ciencias se hace necesario realizar profundas reflexiones sobre la relación ciencia, tecnología, valores y sociedad, más cuando estas se han convertido en elementos culturales que se integran en diversos contextos sociales, especialmente en la educación. Reflejando la necesidad de ampliar la dimensión axiológica de la actividad científica del campo educativo, retomando valores epistémicos, contextuales y no contextuales que conllevan de modo inherente concepciones contemporáneas de la ciencia y la transformación de sus prácticas educativas, orientadas al desarrollo de competencias tecnocientíficas y ciudadanas, y a



la formación integral. Se pretende describir cómo el profesorado de ciencias naturales vincula elementos axiológicos en las prácticas educativas desde el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA). Para esto, se indagaron y sistematizaron las concepciones de varios docentes pertenecientes a un grupo de investigación en CTSA en una universidad en el norte de Brasil. Se abordó desde el paradigma cualitativo-interpretativo con enfoque hermenéutico, usando como instrumento de análisis una entrevista semiestructurada que integra la relación ciencia, valores, CTSA y enseñanza, complementándose con una intervención a modo de seminario-taller que permite comprender la relevancia de la racionalidad axiológica de la actividad científica y la dimensión ética de la ciencia en el campo científico escolar actual. Finalmente, se construyen algunas orientaciones didáctico-pedagógicas que pueden tener los profesores, y así, favorecer en la reconfiguración de la enseñanza de las ciencias, valorando la pluralidad axiológica de la actividad científica y las relaciones CTS como alternativas importantes para promover una visión integral de la ciencia.

Palabras-clave: Actividad científica; enfoque CTS; axiología de la ciencia; formación de profesores, valores.

Abstract

In science teaching, it is necessary to carry out deep reflections on the relationship between science, technology, values and society, especially when these have become cultural elements that are integrated into various social contexts, especially in education. Reflecting the need to expand the axiological dimension of scientific activity in the educational field, resuming epistemic, contextual and non-contextual values that inherently entail contemporary conceptions of science and the transformation of its educational practices, oriented to the development of technoscientific and citizen competencies, and comprehensive training. The aim is to describe how natural sciences teachers link axiological elements in educational practices from the Science, Technology, Society and Environment (STSE) approach. For this, the conceptions of several teachers belonging to a STSE research group at a university in the north of Brazil were investigated and systematized. It was approached from the qualitative-interpretive paradigm with a hermeneutic approach, using as an analysis instrument a semi-structured interview that integrates the relationship of science, values, STSE and teaching, complemented with an intervention in the form of a seminar-workshop that allows understanding the relevance of rationality axiology of scientific activity and the ethical dimension of science in the current school scientific field. Finally, some didactic-pedagogical orientations that teachers may have been constructed, and thus, favor the reconfiguration of science teaching, valuing the axiological plurality of scientific activity and STS relationships as important alternatives to promote a comprehensive vision of the science.

Keywords: Scientific activity; STS approach; axiology of science; teacher training, values.

Resumo

No ensino de ciências é necessário realizar reflexões profundas sobre a relação entre ciência, tecnologia, valores e sociedade, principalmente quando estes se tornaram elementos culturais integrados em diversos contextos sociais, especialmente na edu-

cação. Refletindo a necessidade de ampliação da dimensão axiológica da atividade científica no campo educacional, retomando valores epistêmicos, contextuais e não contextuais que implicam inerentemente concepções contemporâneas de ciência e a transformação de suas práticas educativas, orientadas para o desenvolvimento de uma atuação tecnocientífica e cidadã competências e treinamento abrangente. O objetivo é descrever como os professores de ciências naturais articulam elementos axiológicos nas práticas educativas a partir da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Para isso, foram investigadas e sistematizadas as concepções de diversos professores pertencentes a um grupo de pesquisa CTSA de uma universidade do Norte do Brasil. Foi abordado a partir do paradigma qualitativo-interpretativo com abordagem hermenêutica, utilizando como instrumento de análise uma entrevista semiestruturada que integra a relação ciência, valores, CTSA e ensino, complementada com uma intervenção em forma de seminário-oficina que permite compreender a relevância da axiologia da atividade científica e da dimensão ética da ciência no atual campo científico escolar. Finalmente, se construyen algunas orientaciones didáctico-pedagógicas que pueden tener los profesores, y así, favorecer en la reconfiguración de la enseñanza de las ciencias, valorando la pluralidad axiológica de la actividad científica y las relaciones CTS como alternativas importantes para promover una visión integral de a ciência.

Palavras-chave: Atividade científica; abordagem CTS; axiologia da ciência; formação de professores, valores.

Introducción

La dinámica actual de la investigación científica y el avance social, resaltan la necesidad de integrar cuestiones ético-axiológicas de la práctica científica dentro de los procesos educativos relacionados con ciencia y tecnología, con el fin de alcanzar una formación significativa de los individuos como ciudadanos que poseen cultura científica (Echeverría, 2010). Esto se ha convertido en uno de los principales problemas de la educación, e implica fomentar, desde las interacciones educativas que tienen lugar en el aula de clase, una diversidad de valores inherentes a la actividad científica dentro del marco de la enseñanza de las ciencias naturales. Lo cual permite el desarrollo de elementos que permitan una ética del cuidado de sí que facilite la comprensión del campo tecnocientífico como un espacio de reflexión y acción que conduzca a los sujetos a pensar sobre sí mismos y actuar en el mundo con una conciencia para la convivencia colectiva desde la sustentabilidad como un principio básico de la ciencia escolar (Gutiérrez-Salazar, 2018).

La comprensión sobre la relación ciencia y valores es una tarea notablemente compleja, que se hace fundamental en la sociedad contemporánea. Idea que se expresa bajo la concepción heredada de la ciencia y que resume la dimensión ética a los productos de su conocimiento presentes en la tecnología desde una postura instrumental y cognitivista. En esta lógica, se fomentan valores que excluyen el actuar humano y el concepto de responsabilidad en el desarrollo de su



conocimiento, que impone valores y principios éticos epistémicos sobre los propios de la actividad científica y que hoy se expresan en diversidad, lo que favorece notablemente a la formación científico-ciudadana (Paraskeva-Hadjichambi et al., 2015). Estos elementos pueden promover la transformación y humanización de este campo de conocimiento mediante una formación integral que posibilite el desarrollo sociocultural derivado de una enseñanza de las ciencias naturales que esté alineada con las nuevas tendencias educativas y científicas (Farré & Lorenzo, 2019).

En consecuencia, la educación científica debe proponer estrategias que permitan su aprendizaje social y participativo. Para ello, resulta crucial la elaboración continua de directrices y recursos educativos que promuevan una enseñanza contextualizada socialmente de la ciencia, la tecnología y los procesos de reflexión inherentes a sus procesos de enseñanza-aprendizaje-evaluación. Esto contribuirá a humanizar este conocimiento tanto en el aula como en el ámbito sociocultural, donde se evidencie una alfabetización científica adecuada basada en su dimensión ética y en la capacidad de los individuos para pensar crítica y reflexivamente en la construcción del conocimiento científico escolar (Martín-Gordillo, 2006).

La investigación que se presenta en este documento pretende describir cómo el profesorado de ciencias naturales vincula elementos axiológicos en las prácticas educativas desde el escenario CTSA, lo que permitirá establecer un marco de referencia teórico-práctico desde un campo avanzado de formación docente y práctica pedagógica en ciencias naturales, que permita reflexionar sobre la importancia de los valores de la actividad científica en el aula de clase desde un enfoque CTSA, proponiendo elementos de análisis y discusión sobre la dimensión ético-axiológica de la ciencia y su pertinencia en los procesos didáctico-pedagógicos de formación integral y cultura científica (Echeverría, 2014). Para ello, se llevó a cabo la sistematización de las concepciones y prácticas de varios profesores que forman parte de un equipo de investigación en CTSA en la Universidad (Pará, Brasil). Este estudio se enmarca en el paradigma cualitativo-interpretativo con un enfoque hermenéutico, en el que se utilizó una entrevista semiestructurada como herramienta de análisis que tomó la relación entre Ciencia, Valores, el enfoque CTSA y la Enseñanza de las Ciencias Naturales.

Así mismo, con este proceso de investigación, se espera hacer contribuciones en la comprensión de la racionalidad ético-axiológica de la actividad científica en el ámbito educativo científico actual, y se proponen algunas directrices didáctico-pedagógicas que los profesores pueden tener en cuenta para contribuir a la resignificación de la enseñanza de las ciencias naturales, reconociendo la diversidad de valores presentes en la actividad científica y las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad como opciones significativas para fomentar una comprensión profunda de la ciencia y formar ciudadanos críticos, responsables y comprometidos con la preservación de la vida desde una ética orientada al bienestar común (García, 2019).



Contextualización teórica

La enseñanza de las ciencias naturales y la formación en valores desde el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad

El enfoque CTS, es un campo de investigación social y didáctico de las ciencias naturales, que desde hace varias décadas viene promoviendo en diferentes países la integración de diversas propuestas, que favorecen la participación de la ciudadanía en los distintos espacios de ciencia y tecnología (Marulanda, 2019). Es ineludible la formación ético-axiológica en el contexto científico escolar, pues formar en valores, contribuye en el aprendizaje significativo de los conceptos, procedimientos y acciones que entienden la ciencia como una actividad cultural y contextual (Martín-Gordillo, 2006). Todo ello, favorece la formación de ciudadanos más competentes en asuntos y problemáticas socio científicas, que conocen los conceptos y a la vez son capaces de aplicar estos conocimientos en su cotidianidad desde una capacidad valorativa orientada en el mundo científico (Acevedo-Díaz et al., 2005; Zeidler et al., 2005). Una educación en valores desde el enfoque CTS, significa tener en cuenta desde la enseñanza de las ciencias, el diverso entramado de valores de variado carácter, moral, político, estético, científico, tecnológico, ambiental, que rodean la vida del individuo en el ámbito sociocultural (Martín-Gordillo et al., 2001).

La comprensión de que la ciencia y la tecnología están arraigadas en el tejido social (Aikenhead, 2005) brinda la oportunidad de cultivar actitudes reflexivas y responsables hacia los fenómenos científico-tecnológicos en términos de valores y también en los cursos de estudio de la enseñanza de las ciencias. Según Mariano Martín-Gordillo y Osorio (2003), se han propuesto en varias investigaciones individuales y colectivas para la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) dentro del contexto Ciencia, Tecnología y Sociedad + Innovación (CTS+I), una serie de estudios sobre la enseñanza de las ciencias basados en las interconexiones CTS y la inclusión de valores en esta perspectiva educativa. Destacan que es crucial el papel de la ciencia y la tecnología en la educación científica de la ciudadanía, y que es indispensable la educación en valores en el marco de la enseñanza de las ciencias naturales, así como lo son los aspectos conceptuales y procedimentales para la formación de individuos en las sociedades actuales (Martín-Gordillo et al., 2001). El contexto CTS permite a través de la ciencia escolar “el saber, el hacer y el juzgar”, lo que permite valorar por sí misma la importancia de la ciencia y la sociedad, sus repercusiones y potencialidades, y así redefinir la estrecha relación que existe en la ciencia contemporánea con la esfera ético-axiológica de las prácticas científicas (Quintanilla, 2009).

El enfoque CTS subraya la necesidad de discernir entre lo valorativo y lo fáctico mediante una comprensión exhaustiva de las relaciones entre ciencia, sociedad, cultura y tecnología, así como los aspectos adicionales que hoy en día están resaltados en la literatura, como los temas ambientales, éticos y económicos, entre otros (Muñoz-García, 2014). En este sentido, la línea de investigación propuesta en el contexto CTS es la capacidad evaluativa de los individuos, su pensamiento crítico y reflexivo, y que en la educación científica tanto estudiantes como profesores puedan comprender la diversidad de valores en el contexto científico-técnico y cómo esto puede



influir en la toma de decisiones frente a diversas situaciones cotidianas. Se busca promover desde la educación en ciencias naturales la capacidad de valorar, es decir, de asumir la necesidad, responsabilidad y autonomía de elegir entre diferentes opciones en diversos ámbitos de la vida social (Iuliani & Calderaro, 2021).

En estas circunstancias, una educación en valores desde las relaciones CTS y sus anexos investigativos con el Ambiente, los Valores y la Innovación, implica tener en cuenta en el entorno educativo de la enseñanza de las ciencias naturales el amplio conjunto de valores de diversos tipos, morales, epistemológicos, políticos, estéticos, ecológicos, científicos, tecnológicos, entre otros; que influyen en la vida del individuo contemporáneo en la sociedad (Vesterinen et al., 2014). Y cómo a través de esta relación se puede trabajar hacia una educación para el bienestar común y el cuidado de la vida, desde y con las ciencias naturales, para fomentar pensamientos más reflexivos y críticos en profesores y estudiantes, de manera que puedan participar del quehacer científico y comprender las complejas interacciones de este sistema de conocimientos con la sociedad y la cultura, y contribuir a la transformación del mundo de manera justa y éticamente responsable (Gutiérrez-Salazar et al., 2022).

Metodología

Direccionados por el propósito de esta investigación, se asumió la metodología desde un paradigma cualitativo-interpretativo desde un enfoque hermenéutico (Anadón, 2008), posibilitando la comprensión profunda de asumir la perspectiva axiológica de la actividad científica en el escenario educativo actual. Para esto, se desarrollaron tres etapas fundamentales: 1. La fundamentación teórica, 2. Diseño y desarrollo del trabajo de campo y 3. La comunicación, sistematización y análisis de las concepciones.

Etapas 1- La fundamentación teórica: a través del estudio reflexivo a los documentos provenientes de la literatura que se pueden identificar en el marco teórico se adapta el instrumento utilizado en el trabajo de campo. En este caso, la estructura de la entrevista semiestructurada realizada a los profesores pertenecientes a un grupo de investigación en CTSA en una universidad al norte de Pará (muestra seleccionada para el desarrollo de la investigación) y la identificación de las categorías inductivas que permiten en análisis posterior al trabajo de campo.

Bajo este panorama, y considerando que cada vez es más necesario realizar una reflexión profunda sobre la relación entre ciencia y valores, pues, estos se han tornado dos elementos culturales que se integran todos los días de forma significativa en todos los niveles de la sociedad donde la educación no está ajena a este proceso. Se retoma el instrumento validado por (Gutiérrez-Salazar, 2023) en su tesis doctoral, en el cual bajo los términos de Taylor y Bodgan (2008), se pudo conocer a profundidad las concepciones de los futuros maestros frente a la ciencia, los valores, y cómo relacionan la dimensión axiológica de la actividad científica, con los procesos didácticos-pedagógicos que llevan en el aula escolar; y este se adapta para el enfoque CTSA, lo cual permitió adicionar una categoría inductiva.

Partiendo de esta fundamentación teórica y los objetivos específicos de esta investigación se identifican categorías y subcategorías que enmarcan algunos conceptos fundamentales (Ver tabla 1) cómo los elementos axiológicos implicados en la formación profesional y la praxis educativa.

Tabla 1: Categorías y Subcategorías de análisis del instrumento entrevista-semiestructurada sobre las relaciones CTSA, ciencia, valores de la actividad científica y enseñanza de las ciencias.

Categorías de indagación	Subcategoría
Concepciones sobre los valores	Definición de valores Importancia de los valores Valores de la ciencia en la formación profesional Importancia de los valores de la ciencia en las clases Tipos de valores
Concepciones sobre ciencia	Evolución de la imagen de ciencia Definición de ciencia Características de la ciencia Imágenes de ciencia en educación Retos de la ciencia Retos de la enseñanza de las ciencias Ciencia tradicional Ciencia contemporánea
Concepciones sobre el enfoque CTSA	Definición de CTSA CTSA como referente teórico de la educación científica escolar. CTSA como contexto de formación científica escolar. CTSA como elemento de transformación educativa. CTSA como contexto de relación ciencia-valores.
Concepciones sobre la relación ciencia y valores	Valores de la ciencia La ciencia promotora de valores Importancia social de los valores de la ciencia Situaciones científico-axiológicas Implicaciones ciencia neutral o axiológica
Concepciones sobre los valores en las prácticas pedagógicas de las ciencias naturales	Características deseadas del maestro de ciencias naturales Características no deseadas de un maestro de ciencias naturales Conocimiento didáctico-pedagógico en la relación ciencia-valores Valores importantes en una clase de ciencias naturales Elementos didácticos para vincular la axiología de la ciencia Maestro de ciencias tradicional Maestro de ciencias contemporáneo Valores didáctica ciencia tradicional Valores didáctica ciencia contemporánea

Etapa 2: Diseño y desarrollo del trabajo de campo: En esta etapa, se parte de los acuerdos teóricos que fueron establecidos anteriormente para la indagación desde una entrevista semiestructurada las concepciones en enseñanza de las ciencias naturales de un grupo de docentes con diferentes niveles de formación profesional pertenecientes al grupo de investigación en CTSA de una universidad al norte de Pará. En este sentido, se envió de manera online para los profesores un instrumento que iniciaba la entrevista y posteriormente se realiza una intervención¹ en el grupo de investigación, la cual, permitió abordar los aspectos teóricos relacionados y complementar la entrevista con 12 maestros.

Etapa 3: La comunicación, sistematización y análisis de las concepciones: En esta etapa, los datos en esta investigación fueron recolectados a través del instrumento para la entrevista semi estructurada presentado a los maestros y la sistematización de la intervención que complementa el proceso. Esta sistematización se realiza con el *Software* ATLAS.ti, en la cual se identifica niveles de recurrencia de las citas en los códigos como muestra la tabla 2.

Tabla 2: Niveles de recurrencia de las citas en los códigos

NIVELES DE RECURRENCIA DE LAS CITAS EN LOS CÓDIGOS		
Escala de enraizamiento	Niveles de recurrencia	Color identificador
0-45	BAJO	
46-91	BÁSICO	
92-136	ALTO	
137-182	SUPERIOR	

Estos datos de análisis se organizaron y clasificaron para la posterior interpretación para la sustentación de las categorías, encontrando grupos de códigos, los códigos, las citas de referencia y las redes, tal como se muestra en la tabla 3. Finalmente, de la triangulación y análisis de la información, se plantean algunas orientaciones didáctico-pedagógicas que pueden reconfigurar la enseñanza de las ciencias naturales y valorar la racionalidad ético-axiológica de la actividad científica.

Tabla 3: Datos de análisis de la investigación

DATOS DE ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN SOFTWARE ATLAS.ti	
Grupos de códigos	5
Códigos	32
Citas o Referencias	244
Redes	5

¹ La intervención se realiza a modo de seminario taller, en el cual, se hace una presentación teórica de los fundamentos de la investigación y se hace un debate que parte del instrumento enviado con anterioridad para complementar la entrevista semi estructurada.

Resultados y discusión

Desde la sistematización y análisis de las concepciones de los profesores participantes de este estudio, se retoma el enfoque CTSA y los valores de la actividad científica como elementos transformadores de los procesos de ciencia escolar. Se reconoce que la ciencia como actividad humana, posee una pluralidad axiológica que comprende valores epistémicos y propios de la práctica científica que son importantes para desarrollarlos en el contexto de la enseñanza. Bajo este panorama, la discusión y resultados se dividen en tres aspectos (i) los hallazgos y análisis de resultados, (ii) la triangulación y análisis de las categorías, finalmente, (iii) las orientaciones didáctico-pedagógicas para una axiología de la actividad científica en la enseñanza de las ciencias naturales desde el enfoque CTSA.

Hallazgos y análisis de resultados

Es importante destacar, que en este estudio se presentan los resultados encontrados en 12 maestros de ciencias naturales en formación avanzada sobre los valores de la actividad científica en el enfoque CTSA, a partir del análisis e interpretación de las entrevistas semiestructuradas realizadas, los discursos y concepciones de los maestros. Estos resultados fueron determinados por la relación de 5 categorías (Grupos de códigos) y 32 subcategorías (códigos) (Ver tabla 3), con 244 citas de los docentes en las entrevistas, distribuidas en mayor o menor medida en las diferentes categorías y subcategorías. El tratamiento de la información permitió la reflexión de elementos fundamentales como la necesidad de hacer explícito los valores y la ética de la actividad científica en el contexto escolar con enfoque CTSA, insumos que permitirían definir aspectos de reflexión.

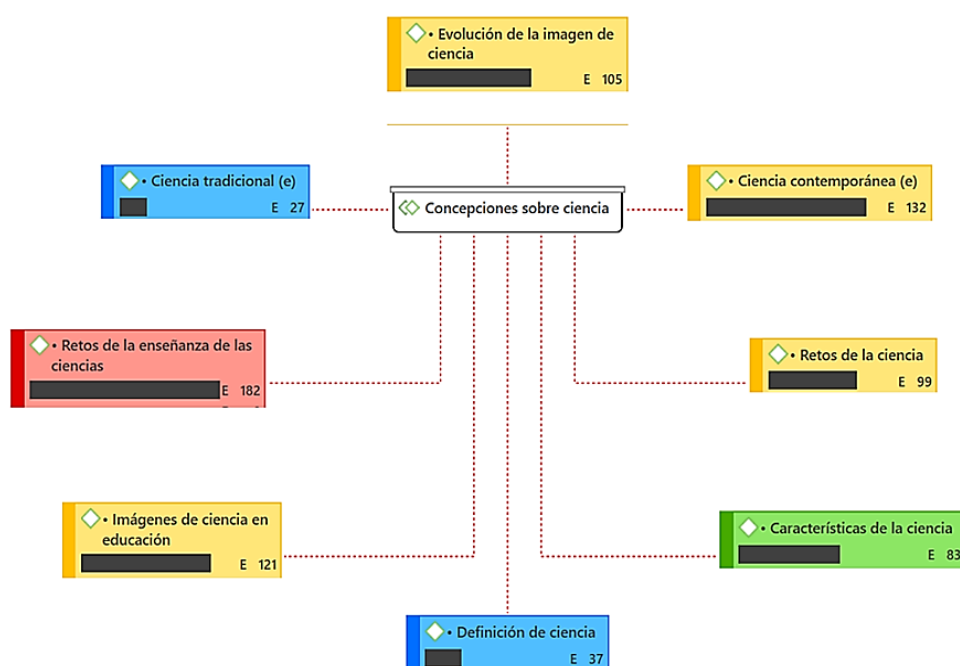
De esta manera, inicialmente se presentan aspectos generales del análisis desde un abordaje descriptivo. Por lo cual, se retoman los códigos con mayor enraizamiento y jerarquía (Ver Gráfica 1) como punto de referencia encontrados a través del *software* ATLAS.ti, lo cual determina las relaciones y ejes temáticos para discutir. Además, es importante tener presente que las citas destacadas y la reflexión e interpretación del investigador nos da la posibilidad de la triangulación de los resultados.



Gráfica 1: Macro Red Ciencia-Valores-Enseñanza de las Ciencias-CTSA

Análisis interpretativo de la categoría “Concepciones sobre Ciencia”

Esta categoría vincula códigos importantes donde se reflejan las concepciones de los docentes sobre la ciencia, su significado y las características que ellos asumen sobre su definición. Esta categoría presenta un código de nivel superior, y cuatro códigos en el nivel alto que hacen explícito el modo en que los maestros interpretan la ciencia. (Ver Gráfica 2).



Gráfica 2: Red Categoría: Concepciones sobre Ciencia

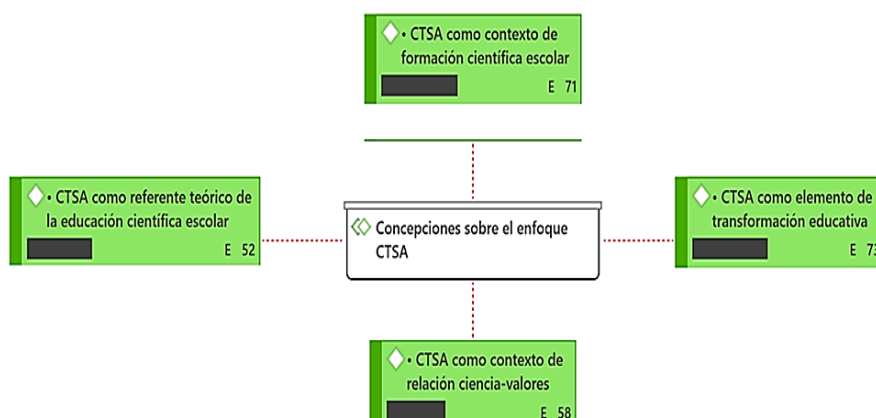
Las imágenes de ciencia que se pueden identificar en la categoría desde las experiencias de los maestros en el plano teórico, práctico o vivencial, se relacionan en los modos de pensarse la educación científica y desarrollar las prácticas escolares (Martín Gordillo, 2006), siendo posible asumir como lo expone García (2019), una visión de ciencia tradicional, implica una educación anclada en un sistema didáctico-pedagógico semejante, que se remite a lo procedimental, conceptual y conductual; con variables en escenarios históricos. Esto no significa que en la época actual se desarrollen propuestas innovadoras de ciencia y enseñanza de las ciencias.

Finalmente, en esta categoría se identifica una imagen de ciencia como elemento fundamental para los seres humanos, evolutiva, con características representativas, que tiene retos según su escenario historio-geográfico-cultural y su polisemia en la interpretación (Sadler & Zeidler, 2005). Rasgos que son bien conocidos en el campo de la educación en ciencias y deben ser explícitos en nuevas dinámicas didáctico-pedagógicas, que corresponden a entender la ciencia como elemento que proyecta la labor educativa, a la vez que se visualiza como práctica fundamental para comprender y transformar el mundo (Bell & Lederman, 2003).



Análisis interpretativo de la categoría “Concepciones sobre el enfoque CTSA”

Esta categoría es fundamental pues, los maestros en sí, al pertenecer al grupo de investigación en CTSA es decir, dentro de su formación y práctica se lleva de manera inherente este abordaje. En este caso, reconociendo que la incorporación del ambiente (A) a la expresión CTS, convirtiéndola en CTSA (en inglés STSE) responde a la voluntad de dar un mayor énfasis a las consecuencias ambientales de los desarrollos científicos y tecnológicos. Así, en esta categoría se puede asumir que para los maestros que se orientan desde esta expresión no existe una separación en las siglas, y no necesariamente asumen que cuando no aparece el ambiente (A) no se retoma esta característica. Es decir, los maestros que promueven la expresión CTSA no dicen que la A no esté ya contenida en CTS, por ende, muchas de sus respuestas aparecen solamente con CTS.



Gráfica 3: Red Categoría: Concepciones sobre el enfoque CTSA

Uno de los hallazgos que se presentan en esta categoría sugiere que, parece existir en la mente de los profesores un vínculo entre la enseñanza – aprendizaje y evaluación de las ciencias con abordaje CTSA y la axiología de las ciencias. Sin embargo, esta relación se establece con ciertos valores específicos como lo son: pensamiento crítico, evaluación de las situaciones científico-tecnológicas, participación ciudadana, ciencia democrática, entre otros. En estas condiciones, se puede hablar de los anteriores valores como específicos de la actividad científica que se encuentran implícitos en el abordaje CTSA cuando este es el fundamento para la enseñanza de las ciencias naturales. Finalmente, dentro de la categoría se identifican elementos básicos como lo muestra la Gráfica 3, lo que demuestra que el enfoque CTSA tiene relativa influencia en el medio investigativo de la educación en ciencias, con perspectivas de incremento en las interacciones socioambientales con el propósito de formar ciudadanos más conscientes de las

necesidades que tiene el planeta y sus implicaciones en la construcción de un futuro sustentable (Santos et al., 2016).

Análisis interpretativo de la categoría “Concepciones sobre la relación Ciencia-Valores”



Gráfica 4: Red categoría: Concepciones sobre la relación Ciencia-Valores.

En esta categoría, la relación ciencia-valores que se presenta en la gráfica 4, es una discusión fundamental en los estudios contemporáneos desde la historia, filosofía y sociología de la ciencia. La relación sinérgica entre estos dos conceptos establece la orientación de la tecnociencia actual y sus implicaciones axiológicas. Pues, están determinados por la comprensión social de la naturaleza de la actividad científica y el horizonte valorativo que representa (Martín Gordillo & Osorio, 2003).

Los resultados que representan esta gráfica permiten hacer una reflexión importante, que están reflejados en dos códigos de nivel superior y consecuentemente tres códigos de nivel alto, lo que brinda la posibilidad de pensar según los maestros en formación avanzada, que es primordial comprender y valorar cómo se enseña y se aprenden las ciencias naturales, porque es bastante notable como los elementos axiológicos influyen de modo contundente en el componente didáctico-pedagógico propio del campo científico-educativo. En el mismo sentido, se reconoce el vínculo entre sujetos que se expresa desde los valores, las interacciones entre seres humanos que comparten visiones de mundo y una realidad común. Mostrando una visión de ciencia como contexto social, idea que plantea Quintanilla (2009) y resalta los componentes que son propios de un colectivo sociocultural en el que se presenta el proceso educativo.



Análisis interpretativo de la categoría “Concepciones sobre los Valores”

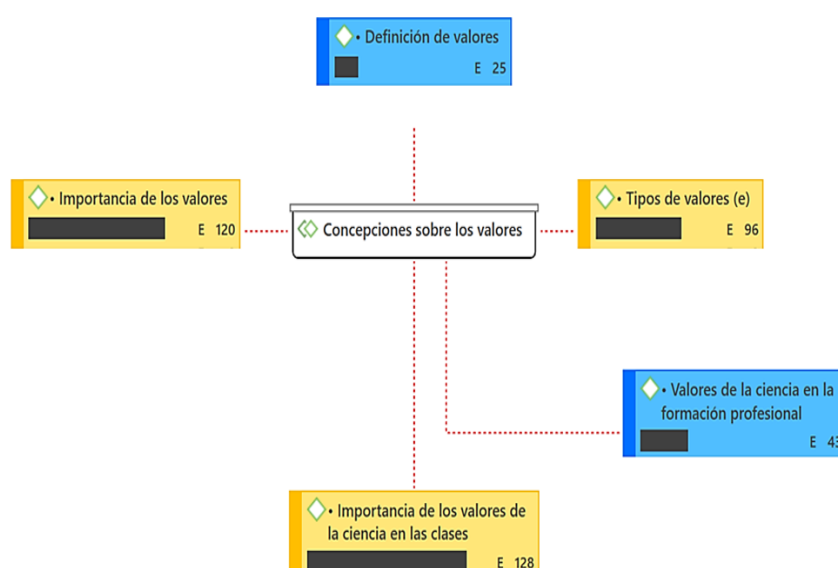


Gráfico 5: Macro red categoría Concepciones sobre los Valores.

En la Gráfica 5, se destaca que esta categoría no presenta códigos de nivel superior, pero si muestra tres códigos relevantes que reflejan una interpretación y significado sobre lo que los docentes entienden por “valores” y cómo estos permean notablemente la ciencia escolar, la actividad científica y cómo se constituyen como orientaciones sociales que hacen posible la convivencia colectiva y los espacios de formación integral en el aula de clase.

Dentro de estos códigos relevantes, se puede identificar la “importancia de los valores” como una subcategoría significativa, porque los maestros proponen una imagen sobre los valores ideal e incluso moral, es decir, conciben los valores en términos de conductas deseables de la humanidad en niveles individuales o colectivos; como es mencionado por Izquierdo (2006), una visión de los valores a modo de virtudes que caracterizan a los sujetos, pero a la vez sin dejar de lado los postulados griegos donde la ética y los principios morales permitían pensar un humano ejemplar y una sociedad de alto valor. Consecuentemente en el contexto de la educación científica, los valores se consideran importantes para los maestros participantes de esta investigación, porque influyen notablemente en el enfoque didáctico-pedagógico cuando interactúan con sus estudiantes, y en la forma que diseñan y gestionan sus aulas. Lo relevante de observar en estas descripciones, es que, en un contexto de ciencia escolar, se coloca la dimensión axiológica como un eje de las prácticas pedagógicas y propósito de formación científica, desde un enfoque integral (Upadhyay, 2020).



Finalmente, se puede interpretar que la pedagogía propone un componente ético-axiológico y en ello está que los valores pueden permitir a los estudiantes asumir posiciones críticas y reflexivas sobre el progreso de la ciencia y la tecnología, y cuestionar los impactos de la tecnociencia en la sociedad y el ambiente (Martín-Gordillo, 2006). También es posible fomentar la empatía, la tolerancia y responsabilidad social; al acoger la dimensión emocional y ética de los sujetos participantes del aula (Zeidler & Sadler, 2005).

Análisis interpretativo de la categoría “Concepciones sobre la relación Ciencia, Valores y Prácticas Pedagógicas en Ciencias Naturales”.

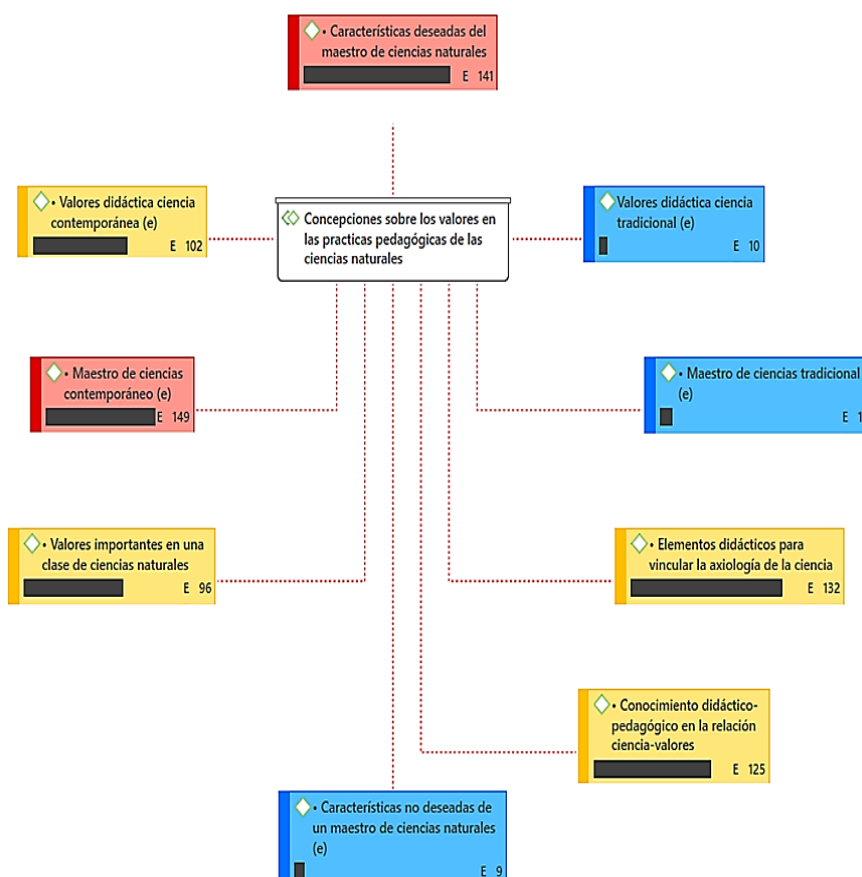


Gráfico 6: Red categoría: Concepciones sobre los Valores en las Prácticas Pedagógicas de las Ciencias Naturales.



En esta categoría representada en la Gráfica 6, se hace distintiva una reconfiguración de la ciencia y la didáctica de las ciencias naturales con relación a la racionalidad axiológica de la actividad científica, desde una concepción contemporánea del avance y comprensión científico-técnica (Echeverría, 2018), presentando seis códigos relevantes y tres básicos dentro del análisis particular de la categoría.

Es así como se puede retomar lo significativo de la categoría, dado que se plantean entre sus códigos el contexto y las ideas de los sujetos como base para los procesos educativos, las emociones como horizonte emergente de la formación científica y ciudadana, la diversidad cultural como un concepto propio del conocimiento y las prácticas sociales actuales. Y en menor relevancia, pero no menos importante, aspectos tradicionales, racionalistas y hegemónicos de la ciencia, que poco a poco van quedando atrás en la reflexión para la transformación del campo científico escolar; de manera simultánea aboga por nuevas interpretaciones de la relación ciencia, sociedad y valores (Martín-Gordillo & López Cerezo, 2001).

La relevancia de la relación que presenta esta categoría entre ciencia, valores y enseñanza de las ciencias junto a los códigos que se identifican desde la experiencia de vida, la formación académica, profesional y las concepciones de los maestros. Se destaca que en la actualidad no se debe pensar una ciencia que excluya la dimensión ético-axiológica. Esta posición, conlleva a asumir una enseñanza de las ciencias naturales que vaya más allá de la dimensión epistémico-racional (Izquierdo, 2006). De este modo, es posible interpretar la existencia de una racionalidad axiológica emergente, que visualiza la subjetividad, la diversidad cultural y el contexto, y que tenga presente la responsabilidad, consciencia y acciones encaminadas a una ciencia social y sustentable (Echeverría, 2010; Frazer & Kornhauser, 2014).

Por otra parte, el estudio de las concepciones de los maestros en formación avanzada, y que en este estudio son profesores que retoman un abordaje CTSA en sus aulas, permite percibir que tienen en cuenta la relación ciencia-valores como eje de las prácticas pedagógicas, al tomar temas éticos, sociales y ambientales relacionados con la ciencia, y cuando reflexionan sobre el impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad y en el ambiente (Martín Gordillo et al., 2001), elementos que claramente dejan ver la influencia de su formación en CTSA. Este punto es determinante, porque permite a los actores del proceso educativo comprender diversos referentes sobre la naturaleza de la ciencia con los que podrían reflexionar sobre las implicaciones sociales y éticas de la tecnociencia, al tiempo que desarrollan habilidades para asumir decisiones informadas, promover la conciencia y valores ambientales, y formar ciudadanos críticos, responsables y empáticos (Upadhyay, 2020). Este panorama muestra claramente que estos elementos propician el fortalecimiento de una cultura científica y ciudadana, que se convierte en el horizonte del campo de la educación en ciencias naturales en la actualidad y es crucial para que maestros y estudiantes puedan comprender que son seres multidimensionales, la complejidad del mundo que los rodea, y asumir posturas emergentes para enfrentar los desafíos actuales de manera crítica, ética y responsable (Frazer & Kornhauser, 2014).



Orientaciones didáctico-pedagógicas para una axiología de la actividad científica en la enseñanza de las ciencias naturales desde el enfoque CTSA.

El recorrido metodológico estratégico realizado bajo el análisis hermenéutico-interpretativo en las diferentes etapas planteadas en esta investigación, la fundamentación teórica de referencia para la adaptación y construcción de los instrumentos y la intervención permiten elaborar algunas orientaciones didáctico- pedagógicas que pueden contribuir al proceso de formación ciudadana y cultura científica, desde la integración de los valores de la actividad científica en la educación en ciencias. La inclusión de la dimensión axiológica de la actividad científica contemporánea y los valores contextuales de la ciencia en la enseñanza fomenta una actitud crítica hacia la ciencia en el proceso educativo, su papel en la sociedad y la importancia de los valores éticos y morales en la investigación (González, 2015).

Dentro de las orientaciones didáctico-pedagógicas que consideramos desde el análisis podemos encontrar:

Los valores contextuales de la ciencia se consideran fundamentales para comprender cómo esta funciona y cómo se aplica en el mundo real. Valores que se refieren a los principios éticos, sociales, políticos y culturales que influyen en la práctica científica y en cómo se perciben y utilizan los resultados de la investigación de los diversos escenarios de la sociedad.

En el aula se considera importante enseñar sobre los valores contextuales de la ciencia para comprender la relación entre esta y la sociedad, y cómo puede tener un impacto en ella desde la resignificación y transformación de la cultura desde procesos de innovación social.

La ciencia contemporánea, es importante en las clases de ciencias porque representa los últimos avances y descubrimientos en la investigación científica. Por esto, es necesario que el profesorado esté actualizado en los últimos avances en su campo de estudio para ser capaces de enseñar a sus estudiantes una ciencia contextualizada en tiempo, historia, geografía y cultura.

Los maestros de ciencias naturales deben ser conscientes de los desafíos de la ciencia contemporánea, como, por ejemplo, los efectos y posibilidades que dejó la pandemia de COVID-19, el cambio climático y los desafíos ambientales que exigen esfuerzos mayores de las instituciones y personas, el aumento de la desinformación y la pseudociencia, los nuevos escenarios de la educación y el avance económico frente a las inteligencias artificiales (IA); la lista de opciones es interminable como lo sería el número de propuestas innovadoras para la ciencia escolar desde un horizonte axiológico. Para así, guiar a sus estudiantes en la evaluación crítica de la información científica y en la comprensión de cómo la ciencia permite abordar estos desafíos globales, éticos y complejos.

Es significativo enseñar en las aulas de ciencias naturales diversos valores como: empatía, tolerancia, responsabilidad, cuidado ambiental, trabajo en equipo y amor por la vida, que permiten a los estudiantes ver cómo la ciencia puede tener un impacto en el ambiente y la sociedad. Al tiempo que reconocen y comprenden las implicaciones sociales y axiológicas del quehacer tecnocientífico, lo que es especialmente importante en áreas como la biotecnología, la ingeniería genética, la tecnología médica o las ciencias ambientales.

Un elemento clave que arrojó esta investigación es la reflexión sobre los valores humanos al diseñar y gestionar el aula de clase de ciencias naturales. Es indiscutible que los elementos valorativos y éticos promueven expresiones de empatía y respeto hacia los seres vivos, cuando se enseña por ejemplo biodiversidad, ecología o conservación de especies. Asimismo, es importante enfatizar la responsabilidad social y ambiental al enseñar sobre sostenibilidad y protección del ambiente, pues la pluralidad axiológica que se desprende de estos contextos implica el cuidado por la vida.

Los valores son importantes al permitir diseñar y gestionar el aula de ciencias naturales de manera ética. Fomentando valores como la creatividad, la colaboración y la curiosidad, promoviendo en los estudiantes a explorar y cuestionar sus ideas, llevando a niveles disruptivos sus procesos de pensamiento y acción; de acuerdo con esto los estudiantes innovan en sus ideas, desarrollan habilidades socioemocionales para construir nuevos conocimientos y relaciones desde situaciones de formación integral.

El escenario axiológico que posibilita la educación científica y el enfoque CTSA conlleva espacios para una educación más integral, donde los procesos de enseñanza-aprendizaje no se limitan a transmisión de conocimiento técnico o instrumental, por el contrario, ayuda a desarrollar habilidades sociales y emocionales, a comprender la importancia de la ética y la responsabilidad social en la investigación científica, al entender las implicaciones sociales y culturales de la ciencia.

Los valores y el horizonte ético fomentan la toma de decisiones responsables, permite a los estudiantes comprender la importancia de tomar decisiones basadas en la evidencia científica, la ética y la responsabilidad social. Esto posibilita tomar decisiones informadas en su vida cotidiana, en su futuro académico y profesional, y en su participación en la sociedad, destacando el conocimiento y quehacer científico como una manera de ver y actuar en el mundo con compromiso y responsabilidad como valores que dignifican la vida.

Finalmente ayuda a los profesores a desarrollar habilidades sociales, emocionales y de innovación didáctico-pedagógica, porque al tomar como eje la pluralidad axiológica de la actividad científica contemporánea los maestros interactúan y se vinculan con los estudiantes de manera más efectiva, se pone en evidencia procesos de formación integral y se resignifica la subjetividad, como dinámicas que amplían el panorama educativo desde la simple instrucción al desarrollo de competencias socioemocionales como base de la comprensión significativa de la vida cotidiana. Esto acerca la ciencia a la sociedad, potencia valores como la tolerancia, la responsabilidad social, la empatía, el cuidado del “otro”, la autoestima, y demás valores individuales y colectivos que conllevan a entender las necesidades del estudiantado, y del mismo modo se crean ambientes de enseñanza-aprendizaje seguros, respetuosos y constructivos.

Conclusiones

La investigación destaca la importancia de incluir los valores de la actividad científica desde el enfoque CTSA en los procesos de enseñanza de las ciencias, como una alternativa para superar concepciones tradicionales sobre ciencia y tecnología, y así lograr una significativa



formación científica y ciudadana de los sujetos desde las prácticas pedagógicas de la ciencia escolar. Esta posibilidad permite que se constituya desde las relaciones de conocimiento que se llevan a cabo en el contexto educativo, una imagen de ciencia desde la perspectiva sociocultural. Este conocimiento es más humanizado y coherente con las dinámicas contemporáneas del devenir tecnocientífico, donde los elementos axiológicos favorecen forjar una ética sustentable, como posibilidad de pensamiento y acción que les permita a los sujetos pensarse a sí mismos, actuar en el mundo con conciencia y responsabilidad, pensándose en sus múltiples dimensiones como especie, sociedad y naturaleza.

Respecto a nuestra intención de establecer variables asociadas en una clara relación entre los valores de la actividad científica y la enseñanza de la ciencia con abordaje CTSA, se establecieron cinco subcategorías relacionadas que surgieron del estudio: La definición de CTSA, CTSA como referente teórico de la educación científica escolar, CTSA como contexto de formación científica escolar, CTSA como elemento de transformación educativa y CTSA como contexto de relación ciencia-valores. Estas subcategorías emergen del análisis específico de las concepciones y prácticas de los maestros participantes y nos permiten identificar la relación directa de la axiología científica y el abordaje de enseñanza.

Esta investigación permitió hacer algunos aportes sobre un campo de investigación hasta ahora poco explorado como es la axiología de la actividad científica y su relación con el abordaje CTSA. Como vimos al inicio, muchas investigaciones hasta el momento demuestran que la comprensión sobre la relación ciencia y valores es una tarea demasiado compleja pero fundamental en la sociedad contemporánea. Por su parte, los estudios que se han realizado en la axiología de la ciencia no se han enfocado directamente en el abordaje CTSA. Los resultados de esta investigación han encontrado que las concepciones de los profesores sobre los valores de la actividad científica se mueven en un espacio del continuo que va desde una posición inconsciente a una de reflexión interpretativa y son muy pocos los profesores que reflejan de manera explícita la relación del enfoque CTSA y los valores de la actividad científica. Lo anterior nos permite pensar que, si los profesores de ciencias hacen consciente el desarrollo de los valores de la actividad científica en la enseñanza de las ciencias desde un fundamento teórico CTSA, los estudiantes presentarán un cambio significativo a nivel sociocultural desde el contexto de la formación científica escolar.

El instrumento aplicado dentro del desarrollo metodológico presenta categorías inductivas al análisis, sin embargo, las preguntas clasificadas dentro de estas categorías no se limitaron en el proceso de identificación de unidades de análisis. El análisis de contenido realizado en el ATLAS.ti demostró que las respuestas de los profesores sin importar la categoría inductiva en la cual fueron clasificadas presentan concepciones de otras categorías.

Por último, la actividad científica contemporánea y la axiología de las ciencias da pie para valorar de modo fundamental el contexto y nuevos valores que son producto de las relaciones de la ciencia como productora de conocimiento, tecnologías, habilidades, técnicas, visiones, acciones sobre la realidad y la cultura. Los elementos ético-axiológicos que van más allá de una pedagogía de la instrucción o reproducción de contenidos, teorías y conceptos, propician dinámicas expresadas en las relaciones CTSA que permiten involucrar desde la innovación y otros medios de transformación tecnocientífica. Generando desde la educación la promoción de una ciencia

que distinga los estudiantes y los contextos donde se reconozca la diversidad, creatividad y humanidad; y se abogue por una comprensión y acción en el mundo, desde una ética para la vida.

Referencias Bibliográficas

- Anadón M. (2008). La investigación llamada “cualitativa”: de la dinámica de su evolución a los innegables logros y los cuestionamientos presentes. *Revista Investigación y Educación en Enfermería*, 26(2):198-211. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105212447002>
- Aikenhead, G. (2005). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) Una buena idea como quiera que se le llame. *Educación química*, 16(2), 304-315. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2005.2.66121>
- Acevedo-Díaz, J. A., Vázquez, Á., Martín, M., Oliva, J. M., Acevedo, P., Paixão, F., & Manassero, M. A. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), 121-140. URI: <http://hdl.handle.net/10400.11/1321>
- Bell, R. L., & Lederman, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology-based issues. *Science education*, 87(3), 352-377. <https://doi.org/10.1002/sce.10063>
- Echeverría, J. (2010). Tecnociencia, tecnoética y tecnoaxiología. *Revista Colombiana de Bioética*, 5(1), 142-152. <https://doi.org/10.18270/rcb.v5i1.844>
- Echeverría, J. (2014). Los valores de las ciencias. *Investigación y ciencia*, (452), 44-45. http://institucional.us.es/revistas/argumentos/5/art_1.pdf
- Echeverría, J. (2018). Axiología naturalizada en historia y filosofía de las prácticas científicas. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 18(37), 201-238. <https://doi.org/10.18270/rcfc.v18i37.2575>
- Farré, A. S., & Lorenzo, M. G. (2019). El enfoque CTS en la formación de profesores de ciencia. Estrategias de enseñanza de la naturaleza de la ciencia y la tecnología. *Boletín de la Asociación Ibero-americana de CTS en la Educación en Ciencias*, 9, 31-36. URI: <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/6927>
- Frazer, M. J., & Kornhauser, A. (Eds.). (2014). *Ethics and social responsibility in science education: Science and technology education and future human needs* (Vol. 2). Elsevier.
- García, L., Narvaéz, L., de Brito, L., & Valente, J. (2020). Los problemas socio-científicos en la formación de profesores de ciencias: un medio para la construcción del conocimiento en la práctica educativa con enfoque CTS. *Indagatio Didactica*, 12(4), 277-294. <https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21778>
- García, G. A. M. (2019). Una cultura cívico-científica desde la perspectiva CTS. *La innovación social en educación: Escenarios de transformación y desarrollo*, 56. <https://fondoeditorial.itm.edu.co/libros-electronicos/la-innovacion/la-innovacion.pdf#page=56>
- González, W. J. (2015) "On the role of values in the configuration of technology: From axiology to ethics." *New Perspectives on Technology, Values, and Ethics*. Springer, Cham. 3-27. https://doi.org/10.1007/978-3-319-21870-0_1
- Gutiérrez-Salazar, C. A., Gamboa-Suárez, A. A., & Prada-Núñez, R. (2022). Contributions For An Axiological Perspective Of Scientific Activity In The Teaching Of Natural Sciences. *Webology*, 19(6). [https://webology.org/data-cms/articles/20221109020401pmwebology%2019%20\(6\)%20-%209.pdf](https://webology.org/data-cms/articles/20221109020401pmwebology%2019%20(6)%20-%209.pdf)



- Gutiérrez-Salazar, C. A. (2018). Elementos de reflexión sobre los valores de la actividad científica en la enseñanza de las ciencias naturales desde la perspectiva sociocultural. *Praxis, Educación y Pedagogía*, 1 (1), 6-28. https://doi.org/10.25100/praxis_educacion.v0i1.6463
- Gutiérrez-Salazar, C. A. (2023). *Orientaciones filosóficas y pedagógicas para una axiología de la actividad en la enseñanza de las ciencias naturales: aportes en la formación inicial de maestros*. [Tesis doctoral, Universidad Santiago de Cali]. Repositorio institucional – Universidad Santiago de Cali.
- Iuliani, L., & Calderaro, A. (2021). La enseñanza de las ciencias naturales en contexto de las relaciones ciencia, tecnología y sociedad (CTS). *En clave Didáctica. Revista de investigación y experiencias didácticas. CEDE-LICH-UNSAM*, (2), 19-32. https://www.unsam.edu.ar/escuelas/humanidades/enclave-didactica/2020_Revista-CEDE_2.pdf#page=20
- Izquierdo Aymerich, M. (2006). Por una enseñanza de las ciencias fundamentada en valores humanos. *Revista Mexicana de investigación educativa*, 11(30), 867-882. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/140/14003008.pdf>
- Marulanda, C. O. (2019). La educación CTS: un espacio para la cooperación iberoamericana. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, 14(42), 99-114. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/924/92462512007/html/>
- Martín-Gordillo, M., Osorio, C E López-Cerezo, J.A. (2001). La educación en valores a través de CTS. En: *La Educación en valores en Iberoamérica*. Foro Iberoamericano sobre Educación en Valores. Montevideo, Uruguay, 2 al 6 de octubre de 2000. *Papeles Iberoamericanos*, OEI, Madrid, España. P. 119-158.
- Martín-Gordillo, M., & 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. <http://hdl.handle.net/11162/21466>
- Martín-Gordillo, M. (2006). Ciencia, tecnología, sociedad y valores: nuevos retos y nuevos fines educativos. *Innovación Educativa*, 6 (33), 65-67. <https://www.redalyc.org/pdf/1794/179421197005.pdf>
- Muñoz García, G. A. (2014). Understanding about the Nature of Science in Science Education from the Focus Science, Technology and Society (STS). *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 6(11), 61-76. <https://doi.org/10.22430/21457778.496>
- Paraskeva-Hadjichambi, D., Hadjichambis, A. C., & Korfiatis, K. (2015). How Students' Values Are Intertwined with Decisions in a Socio-Scientific Issue. *International Journal of Environmental and Science Education*, 10(3), 493-513. <https://www.learntechlib.org/p/161492/>
- Quintanilla, G. M. (2009). Historia de la ciencia, ciudadanía y valores: claves de una orientación realista pragmática de la enseñanza de las ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45). 9-23. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyep/article/view/6083>
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138. <https://doi.org/10.1002/tea.20042>
- Santos, D. A., Vilches, A., & Brito, L. P. (2016). Evolução CTS à CTSA nos seminários ibero-americanos. *Indagatio Didactica*, 8 (1), 1961-1974. <https://doi.org/10.34624/id.v8i1.12321>
- Taylor, S. J., & Bogdan, R. (2008). La entrevista en profundidad. *Métodos cuantitativos aplicados*, 2, 194-216. Recuperado de: https://educacion.ctera.org.ar/wpcontent/uploads/2020/06/clase-3-bibliografia-3_1.pdf#page=192



- Upadhyay, B. (2020). Science Teaching as a Moral Endeavour: Making Sense From Critical Sociocultural and Heritage Perspectives. In *Virtues as Integral to Science Education: Understanding the Intellectual, Moral, and Civic Value of Science and Scientific Inquiry* (pp. 159-173). Taylor and Francis. <https://doi.org/10.4324/9780367822101-13>
- Vesterinen, V. M., Manassero-Mas, M. A., & Vázquez-Alonso, Á. (2014). History, philosophy, and sociology of science and science-technology-society traditions in science education: Continuities and discontinuities. In *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 1895-1925). Springer, Dordrecht. DOI: 10.1007 / 978-94-007-7654-8_58
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., E Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science education*, 89(3), 357-377. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>