



Diana Lineth Parga Lozano

Universidad Pedagógica
Nacional
dparga@pedagogica.edu.co

Diana Alba Martínez

Colegio Príncipe de Paz
dianis1023@hotmail.com

Artículo de Investigación

Recepción: 10 de octubre de 2014

Aprobación: 12 de diciembre de 2014

Praxis
&
Saber

Revista de Investigación y Pedagogía
Maestría en Educación. Uptc

¿HAY CONTENIDOS CTSA EN LOS LIBROS DE TEXTO DE QUÍMICA?

Resumen

El artículo presenta los resultados de un trabajo de investigación desarrollado en la Maestría en Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional en Bogotá en el año 2014; en este se caracterizó la presencia de los contenidos CTSA en cinco libros de texto colombianos de química de grado décimo. Para ello se definieron cuatro categorías de análisis teniendo en cuenta si en los contenidos de enseñanza de la química se presentaban “injertos CTSA”, contenidos a través de CTSA, contenidos CTSA puros, o un enfoque transversal de estos. La caracterización muestra un currículo reducido a la disciplina con indicios de los principios del enfoque CTSA dentro de las categorías definidas. Son materiales que desconocen aspectos de la imagen de C&T, como los histórico-epistemológicos, y las implicaciones sociales, éticas y morales de la química; las actividades que se proponen hacen que la enseñanza de la química pueda tener poco sentido para los estudiantes y no fomentan la participación en la toma de decisiones.

Palabras clave: enseñanza de la química, material de enseñanza, alfabetización, formación de profesores.

¿ARE STSE CONTENTS CONTAINED IN CHEMISTRY TEXTBOOKS?

Abstract

This article presents the results of a research developed in the Masters in Chemistry Education at the Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, in Bogota 2014. In this research the presence of STSE contents in five Colombian Chemistry textbooks for tenth grade was typified. Four analysis categories were defined considering whether in the teaching of Chemistry contents, “STSE grafts”, contents through STSE, pure STSE contents, or a cross-curricular approach of them were presented. This characterization shows a curriculum limited to the discipline, with some traces of STSE approach principles within the defined categories. These contents are resources that ignore aspects of S&T image, such as the historical-epistemological and the social, ethical, and moral implications of Chemistry; the activities proposed may cause that teaching chemistry makes little sense for students, and do not encourage participation in decision-making.

Keywords: chemistry teaching, teaching resources, literacy, teacher training.

¿Y A-T-IL DES CONTENUS STSE DANS LES LIVRES SCOLAIRES DE CHIMIE?

Résumé

Le présent article présente les résultats d'un travail de recherche, réalisé en 2014, durant la Maîtrise en Enseignement de la Chimie de l'Université Pédagogique Nationale de Bogota; dans celui-ci s'est caractérisée la présence de contenus STSE dans cinq manuels scolaires de chimie colombiens s'adressant aux élèves de dixième année. Pour ce travail, quatre catégories d'analyse ont été définies, en tenant compte si, dans les contenus d'enseignement de la chimie, apparaissaient des «greffes STSE», des contenus au moyen de STSE,

des contenus purement STSE, ou une approche transversale de ceux-ci. La caractérisation montre un programme se réduisant à la matière avec des indices de début d'approche STSE dans les catégories définies. Il s'agit d'un matériel qui ne reconnaît pas les aspects de l'image de la S&T, tels que les historico-épistémologiques, ainsi que les implications sociales, éthiques et morales de la chimie; les activités qui y sont proposées rendent l'enseignement de la chimie peut intéressante pour les étudiants et n'encouragent pas leur participation dans la prise de décisions.

Mots clés: enseignement de la chimie, matériel d'enseignement, alphabétisation, formation des professeurs.

¿TEM CONTEÚDOS CTSA NOS LIVROS DE TEXTO DE QUÍMICA?

Resumo

O artigo apresenta os resultados de um trabalho de pesquisa desenvolvida no Mestrado em Docência da Química da Universidade Pedagógica Nacional em Bogotá no ano 2014; em aquela se caracterizou a presença dos conteúdos CTSA em cinco livros de texto colombianos de química do primeiro colegiado. Definem-se quatro categorias de análise levando em conta se nos conteúdos de ensino da química se apresentavam “enxertos CSTA”, conteúdos a través de CSTA, conteúdos CSTA puros, ou uma apresentação transversal. A caracterização mostra um currículo reduzido à disciplina com indícios dos princípios do enfoque CTSA dentro das categorias definidas. São materiais que desconhecem aspectos da imagem de C&T, como os histórico-epistemológicos, e as implicações sociais, éticas e morais da química; as atividades que se propõem fazem que o ensino da química possa ter pouco sentido para os alunos e não fomentam a participação na tomada de decisões.

Palavras Clave: ensino da química, materiais de ensino, alfabetização, formação de professores.

Introducción

En el ámbito internacional la enseñanza de la química con enfoque CTSA ha contado con propuestas de materiales curriculares tales como el proyecto Salters de la Universidad de York; Satis del Reino Unido; ChemCom (química en comunidad) desarrollado por la American Chemical Society; Scope, Sequence and coordination de la National Science Teachers Association (NSTA); Química del consumidor de la Universidad de Miami; Chemical Education for Public Understanding program (CEPUP) de Berkeley; Chemistry in Context de la American Chemical Society; Química e sociedade, desarrollado en el marco del proyecto Projeto de Ensino de Química e Sociedade (PEQUIS) en Brasil, (Mora & Parga, 2010). Los desarrollos con enfoque CTSA según Garritz (1994) le permiten, en mayor o menor medida al estudiantado, identificar problemas sociales relevantes y de interés e impacto local o mundial; el empleo de recursos locales (humanos y materiales) para localizar la información que se empleará en la resolución del problema; y prepararlos para usar la ciencia y la tecnología en el entendimiento y mejoramiento de su vida diaria.

Yager (1992) considera que los currículos con enfoque CTSA en química permiten que el estudiante aplique el conocimiento científico en la vida cotidiana e introduzca las implicaciones sociales y ambientales del desarrollo científico y tecnológico, y que haga énfasis en todos los niveles sobre la relevancia social y humana de la química. La pregunta es si en el caso colombiano existen propuestas similares como las enunciadas o que incluyan características del enfoque CTSA, ¿los libros de texto se aproximan a estas intenciones? Para atender a estos cuestionamientos se propuso una investigación que permitiera caracterizar los contenidos CTSA en los libros de texto de química.

Características del enfoque CTSA Generalidades

El origen del enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) en la enseñanza de las ciencias estuvo influenciado por movimientos ambientalistas, sociales y científicos, y por los estudios socio-históricos de la ciencia misma (Martínez & Parga, 2013a). Estos autores plantean que dicho origen fue marcado por elementos sociales y académicos que posibilitaron el cuestionamiento de los contenidos científicos academicistas, así como la

preparación de los futuros tecnólogos y científicos que exigía el sistema de producción capitalista:

La formación de ciudadanos en materia de ciencia y tecnología (C&T) era prácticamente excluida de los currículos oficiales, imperando la racionalidad tecnocrática que dejaba las decisiones de producción de conocimiento en manos de los especialistas, bajo los mandatos e intereses económicos y gubernamentales. Además las décadas de los 60 y 70 de siglo XX se constituyeron en los períodos en los cuales identificamos el origen del enfoque CTSA inclinado por la fragmentación del conocimiento científico en disciplinas, que en las aulas no se relacionaban entre sí y que por tanto, no atendían los problemas sociales ni ambientales de la época (Martínez & Parga, 2013a: 24).

Ciencia, técnica, tecnología y tecnociencia son diferentes, tal como lo plantea Echeverría (2003), incluso una de las etapas de desarrollo de la tecnociencia según este autor es la denominada «Big Science» o «macrociencia», dada entre 1940 y 1965. La ciencia y la tecnología se imbrican en la tecnociencia, es decir es un sistema complejo de acciones que transforman el mundo no como un conjunto de artefactos, ni de acciones dispersas, sino de manera interdependiente (Ibarra & López, 2001). En este sentido, no hay avances científicos sin progreso tecnológico y viceversa; esta interacción lleva a cambios en la práctica de los científicos y tecnólogos; la tecnociencia no solo describe, explica o predice los sucesos del mundo, sino que lo interviene y, por lo tanto, lo transforma en cualquiera de sus dimensiones (social, física, biológica, política, etc.). Estos autores plantean que la tecnociencia transforma el mundo y, por lo tanto, se deben considerar los valores de dicha transformación, ya que la ciencia y la tecnología no son neutras; por ello es necesario involucrar la axiología de la C&T como valores éticos, políticos, religiosos, jurídicos, además de los valores epistémicos, económicos, ecológicos, sociales y valores tecnológicos, como tal, en la enseñanza. Resaltamos estas características del enfoque dado que son fundamentales como principios propuestos para la enseñanza, en especial de la química, en tanto sus implicaciones reflejan una actitud negativa de las personas:

[...] es frecuente escuchar opiniones acerca de las implicaciones de la química en el medio natural y social, tales como: “estos productos tienen mucha química”, “medicamentos naturales libres de químicos”, “son pura química y no son tan buenos para la salud”; o bien “no me gusta vivir en esa ciudad porque hay muchas industrias químicas”. Lo cual indica que la industria química y la propia química se asocian

con los efectos contaminantes y el deterioro en el medio ambiente, sin tener presente que esas mismas industrias abastecen de productos que cubren nuestras necesidades (Mora & Parga, 2010: 82).

CTSA para qué

Con la inclusión del movimiento CTSA en la escuela se reclama una transformación del profesorado, del estudiantado y del currículo para que se aborde, entre otros, una enseñanza de la química centrada en aspectos sociales de la ciencia, pues como lo afirma Quintero (2009), las interacciones sociales de la ciencia deben superar la visión utilitarista y construir una posición clara en la escuela sobre la influencia de los aspectos sociales de la ciencia, la comunidad de científicos y sus contribuciones. Estos reclamos son necesarios dado que la concepción clásica de las relaciones entre ciencia y tecnología con la sociedad son de naturaleza *esencialista* y *triumfalista* que se resumen en la ecuación “modelo lineal de desarrollo”: + ciencia = + tecnología = + riqueza = + bienestar social (González et ál., 2000; Bazzo, Linsingen & Texeira, 2003); lo interesante es que esta concepción se hace presente en el mundo académico y en los medios de comunicación. Vemos a la ciencia y a la tecnología actuales muy vinculadas al beneficio inmediato, al servicio de los ricos o de los gobiernos poderosos, en la que solo una pequeña parte de la humanidad tiene acceso a sus servicios e innovaciones, pero en el caso de la enseñanza de la química se puede estar presentando desarticulada de los desarrollos técnicos y tecnológicos. ¿En qué ayudan a la sociedad en general los aviones supersónicos, la cibernética, la televisión de alta definición o la fertilización in vitro? ¿Cómo resuelven los grandes problemas sociales que hoy tiene la humanidad? (Gordillo, Tedesco, López, Acevedo, Echevarría & Osorio, 2013), ¿Son estos cuestionamientos presentados cuando se enseña una ciencia como la química?

El componente social en esta interacción C&T es esencial para comprender los cambios científicos, dado que ciencia y tecnología no son un proceso o una actividad autónoma que sigue una lógica interna de desarrollo, de funcionamiento (Bazzo et ál., 2003), pero sí son un proceso/producto social en el que los elementos relacionados con los valores morales, creencias religiosas, intereses profesionales, entre otros, son esenciales en el origen y consolidación de las ideas científicas y de los artefactos tecnológicos.

En este sentido González et ál. (2000) plantean que hay diferencias fundamentales entre el enfoque y los objetivos de la tradición europea y americana del CTS (en su momento sin la A de ambiente), así:

La dimensión social es entendida como los condicionantes sociales o la forma en que los factores sociales contribuyen a la génesis y consolidación de complejos científicos-tecnológicos y la dimensión social es entendida como las consecuencias sociales o la forma en que los productos de la ciencia-tecnología inciden sobre nuestras formas de vida y organización social. Cada una de estas tradiciones atiende una de estas perspectivas bajo las que cabe socializar la ciencia y la tecnología (González et ál., 2000: 67):

Factores sociales → Ciencia Tecnología → Consecuencias sociales
Tradición europea Tradición americana

Si el enfoque CTSA plantea la necesidad de construir una cultura científica y una ciudadanía, lo primero se puede hacer abriendo las dimensiones de la ciencia misma y mostrando nuevas perspectivas, rompiendo el modelo único de la ciencia centrada en un método único que hoy en el siglo XXI no tiene cabida; mostrando su riqueza histórica, haciendo que llegue a nuevos públicos pero como una forma más de conocimiento y no como la única, que es asequible a todos. Así se muestran sus variadas formas de proceder en las que los problemas no tienen métodos preestablecidos, sino que estos dependen del problema mismo; que lo que se ha construido de la química no es certeza absoluta, sino que es incierta en su proceder y, sobre todo, en los impactos que puede generar. En cuanto a la ciudadanía se requiere una química escolar documentada, en la cual los enfoques sociales lleven a los sujetos a preguntarse sobre las consecuencias del uso de la ciencia y la tecnología, en la que el estudiantado busque soluciones y, para ello, deben dejarse de enseñar las certidumbres del modelo científico (Parga & Pinzón, 2014), porque hoy estamos rodeados e inmersos en un mundo con problemas que la ciencia y la tecnología desde su modelo de ciencia normal, por sí solas, no pueden solucionar; se requieren nuevas epistemologías de una ciencia posnormal (Funtowicz & Ravetz, 2000) relacionada con la mayor presencia de incertidumbre, complejidad y conflicto en la C&T modernas (Martínez & Parga, 2013). Hoy debe ser superada una época en la que la práctica de la ciencia es una rutina que resuelve problemas. En la ciencia posnormal hay hechos inciertos, valores enfrentados, y se deben tomar decisiones urgentes (Marino & García-Méndez, 2001) no solo por la comunidad científica sino por la sociedad en general en la que hay otras comunidades.

De otro lado Gordillo (2006) propone que el ejercicio de la ciudadanía tiene que ver con el valorar y la participación, es decir, el poder elegir y decidir; por ello la educación en química hoy reclama que las personas que se formen

desde esta, desarrollen capacidades que les permita valorar y distinguir lo más justo. Por ello se debe ir más allá de la disciplina como tal (más allá de la lógica interna de su construcción: basada en modelos, teorías, conceptos, principios, leyes...), para involucrar aspectos políticos, económicos, éticos, culturales, histórico-epistemológicos. Hacia estos aspectos hoy ha evolucionado el enfoque CTSA cuando aborda las llamadas controversias sociocientíficas (CSC) que abren este panorama: así, por ejemplo, el grupo de Zeidler Dana de la Universidad del Sur de Florida es precursor de los análisis didácticos referidos a la Enseñanza centrada en CSC. Zeidler (2003) muestra trabajos en los que varios autores divulgaron sus estudios sobre argumentación, naturaleza de las ciencias, cuestiones éticas y morales trabajadas en el currículo de Ciencias centrado en CSC. El estudio de Simmons y Zeidler (2003) considera que un abordaje diferente de la ciencia en la escuela, enfocada en la comprensión de CSC orientadas a una educación para la ciudadanía, implicaría entender los conocimientos científicos como construcciones sociales, culturales y subjetivas que son producto de la creatividad humana. Esta pretensión involucra el desarrollo del razonamiento lógico y moral en estudiantes cuando trabajan con y sobre CSC como tema de investigación en la enseñanza de las ciencias orientada a una formación ciudadana. Esta idea está reforzada en lo que Ratcliffe y Grace (2003) definen como controversias sociocientíficas que poseen, en la mayoría de los casos, una base de conocimientos científicos de frontera, y abarcan la formación de opiniones y la adopción de juicios personales y sociales de acuerdo con determinados valores. Así, temas como cambio climático, transgénicos, clonación, uso de células troncales, armas nucleares, genoma humano, producción y utilización de medicamentos, cosméticos, experimentación con animales, fertilización *in vitro*, uso de productos químicos, entre otros, abarcan controversias sociocientíficas y ambientales de impacto local y global.

En Martínez y Parga (2013b) se presenta un número de trabajos publicados sobre CSC donde se profundiza en el significado de una educación científica y tecnológica orientada hacia la formación ciudadana; allí se destaca el significado de la naturaleza de la ciencia y la tecnología articuladamente con los procesos de alfabetización de las mismas, así como las orientaciones hacia los diseños curriculares en química que pueden ser abordados desde esta perspectiva.

Las preguntas son: todos estos aspectos sobre los cuales se ha configurado el enfoque CTSA, ¿cómo son abordados por el profesorado?, ¿se forma al profesorado para ello?, ¿qué se encuentra como contenidos de enseñanza en

los libros de texto?, ¿desde la enseñanza de la química están implicados estos asuntos reclamados por la sociedad?

Contenidos CTSA en el currículo

Es claro que los libros de texto proveen el desarrollo detallado de los temas, una amplia cobertura de contenidos, gráficos y fotos de alta calidad, datos seleccionados convenientemente y tabulados, muchos ejercicios y quizás problemas disciplinares para resolver (JCE, 2003), y otras características diversas que resultan útiles para los estudiantes, tales como lecturas al comienzo o al final de los capítulos que intentan llamar su atención respecto a la «aplicación» del contenido científico. Sin embargo, ¿son suficientes estas características para los estudiantes que hoy debemos formar, para los ciudadanos que hoy requiere la sociedad?

Por ello dentro de las reformas del currículo centrado en aspectos CTSA, Medina y Sanmartín (1990) proponen que hay dos maneras de abordarlos: aquella en la cual se añaden contenidos tecnológicos e ingenieriles al contenido de las disciplinas científicas tradicionales y la que sitúa la ciencia y la tecnología en un contexto social y político. Se seleccionan cuestiones que involucran la innovación tecnológica para el análisis de los impactos sociales.

Las unidades CTSA se pueden cruzar con el currículo ya existente, así se propone «injerto ciencia, tecnología y sociedad», en el cual los aspectos CTSA se injertan en los cursos de las disciplinas científicas; estos se caracterizan por ser una lección muy sencilla a desarrollar que se puede extender por varios días o semanas en su abordaje, sin reestructurar el contenido clásico del currículo, y proponen hacer simulacros de toma de decisiones, configuración de contextos políticos o proyectos de actuación ciudadana reales. «Cursos obligatorios de ciencia a través de CTSA» están dirigidos a estudiantes que no se formarán en cursos de ciencias y a los que, por lo general, no les gusta o le tienen fobia a los contenidos científicos. Estos temas se organizan alrededor de temas como lluvia ácida, cambio climático, contaminación, en lugar de la química tradicional, y se abordan con un lenguaje de familiaridad para el estudiantado y no de forma técnica; aquí se evalúan las tecnologías alternativas, la toma de decisiones, las acciones sociales o simuladas y el abordaje de conceptos y principios científicos básicos.

Estos planteamientos han llevado a modificar la forma de seleccionar los contenidos de las ciencias, en la que se debería incluir pocos temas disciplinares

pero con gran profundidad, integrando la química con las ciencias sociales, las tecnologías y los contextos sociopolíticos y medio ambientales. Según Medina y Sanmartín (1990) se ha perdido la confianza en los libros de texto pues muchos de estos principios del enfoque no son abordados y el profesorado prefiere materiales con los contenidos tradicionales, entre otras, porque las exigencias del Ministerio de Educación Nacional así los presenta. Sin embargo las propuestas internacionales ya enunciadas en la introducción, tales como *Salter's Advanced Chemistry*, *APQUA*, *Química en contexto*, *Química ciudadana*, entre otras, son ejemplos de diseños que contextualizan la enseñanza de la química, es decir, la relacionan con la vida cotidiana de los estudiantes y hacen ver que es de interés para su futuro profesional y social. Esta forma de utilizar el contexto o las aplicaciones de la química y sus interacciones con la sociedad y el medio ambiente, o la política y la economía, o los valores derivados de su producción, permite diferenciar dos enfoques CTSA de la enseñanza de las ciencias: uno que parte de los conceptos para interpretar y explicar el contexto, y otro que parte del contexto para introducir y desarrollar los conceptos y modelos de las ciencias (Caamaño, 2011).

Finalmente, en este apartado, es necesario plantear que el currículo ha de conformar también creencias y valores que desarrollen el interés crítico por la actividad científica y tecnológica, por ello se reclama una formación más humanista que desarrolle una comprensión pública de la C&T, y en esto el enfoque CTSA es una opción educativa transversal que da prioridad a contenidos actitudinales y axiológicos (Mora & Parga, 2010); además, esto significa que es fundamental formar al profesorado de ciencias en relación con el desarrollo curricular, concibiéndolo más allá de proponer estrategias para la enseñanza. La formación debe articularse con las demandas pedagógico-didácticas, adoptando una perspectiva organizativa e investigativa en los procesos de desarrollo profesional de los docentes. Así, la formación debe articularse con los contenidos académicos, disciplinares, metadisciplinares, psicopedagógicos y contextuales (de la ciencia, de la tecnología y de la escuela). En este sentido, el conocimiento fundamental que es propio del profesorado es el conocimiento didáctico del contenido, que es un conocimiento estructurador y emergente de la práctica profesional (Mora & Parga, 2008; 2014).

Objetivos de la investigación

Este trabajo se propuso analizar la inclusión de los principios del enfoque CTSA en los libros de texto de química de educación media. Para ello se hizo la caracterización de los componentes del enfoque CTSA en dichos

materiales, y de acuerdo con la caracterización encontrada se enlistaron algunos lineamientos para el diseño de los libros de texto con enfoque CTSA propios del contexto colombiano.

Metodología de la investigación

La caracterización fue realizada en cinco libros de texto producidos en Colombia: Hipertexto química 1 (2010) de Editorial Santillana, Quimic@ 1 (2004) de Editorial Norma, Molécula I (2003) de Editorial Voluntad, Exploremos la Química 1 (2000) de Editorial Prentice Hall y Química 1 (2006) de Editorial Thomson. La escogencia se basó en aquellos que tuvieran algún componente CTSA en los libros de texto más usados por profesores de química.

El enfoque usado para la caracterización fue cualitativo, haciendo un análisis documental. Para ello se establecieron categorías (unidades de análisis) y subcategorías de análisis de manera deductiva (anexo 1). En las categorías se dio una valoración numérica de 1 a 3 donde 3 indica que hay presencia de todos o de la mayor parte de los indicadores o criterios establecidos, el 2 indica una mediana presencia de indicadores y el 1 indica una poca presencia de los indicadores y que se encuentran en una mínima proporción. Las categorías fueron:

Categoría 1. Injerto CTSA. En esta se presentan contenidos de la química de modo tradicional (basados en definiciones, con énfasis en ejercicios de lápiz y papel, con laboratorios inductivos), pero con lecturas o resaltados que presentan alguna implicación CTSA para hacer interesante el contenido disciplinar. Las subcategorías propuestas fueron:

- ♦ **Subcategoría «Aplicaciones de la química»**
Esta considera solo aspectos de la química que mejoran la calidad de vida y ayudan a comprender cuestionamientos cotidianos. Los contenidos de la química hacen énfasis, por ejemplo, en los fundamentos teóricos de los medicamentos para tratar enfermedades, y en los procesos químicos de los materiales que favorecen el ambiente (cómo crear materiales biodegradables). Son añadidos al comienzo o al final del capítulo y se presentan a manera de aplicaciones de la química sin relación con la tecnología.
- ♦ **Subcategoría «Aplicaciones de la tecnología química»**
Describe aspectos tecnológicos sin considerar los fundamentos de la química como ciencia; se restringe a las innovaciones de la química que

cambian la vida de las personas de una u otra manera. Es claro que la tecnología no es solo la creación y aplicación de artefactos tecnológicos, sin embargo se asume como un bien para el servicio humano que facilita la adaptación al medio ambiente. La actividad de carácter tecnológico influye en aspectos económicos y sociales por su carácter comercial abrumador que hace que se oriente a satisfacer los deseos de las personas (consumismo), pero en esta subcategoría se desconocen dichas implicaciones.

- ♦ **Subcategoría «Implicaciones de la química y la tecnología en la sociedad»**

La química y la tecnología son utilizadas con fines diferentes. Pero en esta subcategoría se conjugan las dos: la ciencia se ve como un proceso en el que participan muchas personas a lo largo de la historia; con la actividad técnica el ser humano modifica las sustancias materiales con el fin de satisfacer necesidades y mejorar condiciones de vida.

Categoría 2. Ciencia a través de CTSA. Los contenidos de la química y su tecnología son enseñados a través de las relaciones entre C/T/S/A, es decir predominan más contenidos CTSA los cuales definen los contenidos disciplinares. Comprende las siguientes subcategorías:

- ♦ **Subcategoría 1. «Contenidos disciplinares a partir de CTSA»**

Son contenidos que desarrollan una mayor conciencia y comprensión pública de los productos químicos y de su relación con la vida humana, con el fin de conseguir que las personas aprendan a obtener información sobre todo de aquello que les preocupa en relación con esta ciencia para que se tomen decisiones propias y se participe de manera más responsable como miembros de una sociedad democrática; además promueve la utilización de principios científicos y de la evidencia a la hora de tomar decisiones.

- ♦ **Subcategoría 2. «Contenidos tecnológicos a partir de CTSA»**

Son contenidos que favorecen el desarrollo de una conciencia y comprensión pública de los productos tecnológicos y de su relación con la vida, buscan que se aprenda a obtener información de lo que preocupa en relación con la tecnología para ser ciudadanos que tomen decisiones responsables frente a los productos químicos; además de favorecer el desarrollo y consolidación de actitudes y prácticas democráticas en cuestiones de importancia social relacionadas con la innovación tecnológica o la intervención ambiental.

- ♦ **Subcategoría 3. «Contenidos sociales a través de CTSA»**

Estos contenidos rescatan los valores sociales dentro de los estudios de la química y de la tecnología debido a la falta de los mismos; para

ello debe haber un análisis de los impactos culturales, económicos, y los valores que generan estos estudios de carácter científico y que se ven también influenciados por la tecnología en la necesidad de adquirir bienes y servicios.

Categoría 3. CTSA pura. Significa encontrar contenidos no de naturaleza disciplinar, sino contenidos definidos y centrados en la relación CTSA. En algunos casos el contenido químico se incluye con el fin de enriquecer la explicación de los contenidos CTSA, en otros se referencian los temas de carácter científico o tecnológico pero sin explicarlos.

♦ **Subcategoría 1. «Contenidos centrados en lo disciplinar»**

Los contenidos específicos para la enseñanza de la química no son el eje central dentro del proceso, por lo tanto es importante revisar aquí las finalidades y objetivos de la ciencia, sus sistemas de valores, códigos, las creencias sobre la química y el progreso, así como el papel de la creatividad en la química dentro de la sociedad.

♦ **Subcategoría 2. «Contenidos tecnológicos subordinados»**

Los contenidos de la técnica no son el eje central de enseñanza sino que, por el contrario, se basan en las finalidades y objetivos de la tecnología química y cómo influyen estos aspectos sociales, sistemas de valores, códigos éticos y creencias, sobre la técnica y el progreso y el papel de la creatividad en la tecnología.

♦ **Subcategoría 3. «Contenidos que implican CTSA»**

Estos contenidos se centran en la importancia de la interacción ciencia/tecnología a nivel social, por lo tanto es importante considerar todos los alcances sociales, dificultades y beneficios que ha traído el desarrollo de estas dos disciplinas a la humanidad con el fin de identificar la relevancia de estas al servicio de la comunidad y su desarrollo. Esto implica el desarrollo de ciertos valores que se dan como ciudadanos.

Categoría 4. Contenidos estructurantes CTSA. En este tipo de contenidos se espera encontrar más que la relación C&T desde sus implicaciones sociales, puesto que involucran aspectos transversales de la educación en relación con lo medio ambiental, los aspectos histórico-epistemológicos, culturales, axiológicos, políticos y económicos de la química y la tecnología.

♦ **Subcategoría 1. «Inserción ocasional o intencionada en los cursos de química y su tecnología»**

Estos contenidos hacen una inclusión esporádica del enfoque CTSA dentro de los libros de texto, lo que permite complementar los cursos de química que se planean con un enfoque tradicional.

- ♦ **Subcategoría 2. «Naturaleza de la ciencia (química) y de la tecnología»**

Estos contenidos permiten ver reflejados los aspectos epistemológicos, las cuestiones históricas, filosóficas, motivacionales, y los intereses de los científicos y de los tecnólogos como personas partícipes y activas dentro de la sociedad.

- ♦ **Subcategoría 3. «Cuestiones sociales de la ciencia y la tecnología»**

Engloba la influencia de la sociedad para el desarrollo de la actividad científica y tecnológica, por lo tanto tiene en cuenta los aspectos de carácter político, religioso, ambiental, económico, entre otros; además muestra los predomios de los mismos y su aporte en la toma de decisiones con carácter responsable.

Principales resultados de la investigación

Los contenidos desde la categoría «Injerto CTSA» tuvieron una baja presencia dentro de los textos que fueron objeto del análisis, se evidenciaron en dos de los cinco libros de texto y, en relación con esta, se pueden mencionar los siguientes aspectos:

- ♦ La subcategoría «Aplicación de la ciencia» muestra a la química como el trabajo colectivo de un grupo de personas que a lo largo del tiempo ha estado involucrado en el campo de la investigación y desarrollo de la misma, aspecto que cobra importancia cuando se posiciona la química dentro de un contexto, es decir, permite que el estudiante identifique que la actividad científica es elaborada por grupos de personas de manera colegiada, que discuten las inferencias o indicios a partir de los cuales se adelantó una investigación; se asume que los científicos dedican gran parte de su tiempo a interactuar con otros pares, por lo cual la actividad científica es ante todo una práctica social. También hay una valoración crítica por parte de estos textos al papel de la química dentro de la sociedad, así, por ejemplo, se plantea una actividad en la que el estudiante debe analizar la siguiente situación: “responde: ¿se puede afirmar que el impacto producido por la actividad industrial y doméstica de diversos procesos químicos generados por el ser humano, se comparan con las catástrofes del pasado, que ocasionaron cambios geológicos y extinción de especies? Justifica tu respuesta” (Mondragón, Peña, Sánchez, Arbeláez & González, 2010: 17). Esta actividad muestra a la química como la causante de los problemas de carácter ambiental que se vienen presentando desde hace varios años, mencionando que esta problemática es causada por la actividad industrial y doméstica. Se presentan duros cuestionamientos al uso excesivo de productos químicos

que han servido al ser humano pero que han generado problemas debido a su uso exagerado y desmesurado. Un ejemplo de ello es:

En la actualidad, existe una gran preocupación por la utilización de compuestos clorofluorocarbonados, empleados en la refrigeración, el aire acondicionado y los aerosoles, que provocan daño en la capa de ozono, que es la responsable de filtrar los rayos ultravioleta provenientes del sol. Responde: a) ¿Qué consecuencias trae para los seres vivos el deterioro de la capa de ozono? b) ¿Crees que es posible que el avance científico encuentre solución al problema? Justifica tu respuesta (Mondragón et ál., 2010: 227).

- ♦ En términos de la subcategoría «Aplicación de la tecnología» los textos la mencionan como la encargada de proporcionar los medios para satisfacer las necesidades de las personas, es también mostrada como aquella que genera beneficios a las personas (“Llegó la hora de construir tecnologías que beneficien el desarrollo de la naturaleza”); por lo tanto es evidente que la presencia de esta subcategoría en relación con la aplicación de la ciencia no es mencionada en gran proporción a pesar de que los textos mencionan directa o indirectamente su intención de trabajar aspectos relacionados con el enfoque CTSA, sin embargo no se desarrolla en los contenidos. Asimismo es intencional mostrar a la química de manera más cercana al contexto del estudiante, pero en lo evidenciado no se cumple.
- ♦ La tercera subcategoría, «Ciencia y tecnología», solo se evidenció en un libro de texto y se ve a la química igual que a la tecnología, plantea que no son campos aislados de investigación sino que interaccionan con otras disciplinas y, por lo tanto, son fruto del trabajo colectivo de las personas. También se incluyen contribuciones sea positivas o negativas de la química o la tecnología para la sociedad, en este sentido los textos se quedan cortos en describir aspectos relacionados con la química o la tecnología en términos de su contribución al desarrollo social, el desarrollo de un país, y la inclusión de aspectos económicos, culturales, entre otros. Un ejemplo de esto se cita a continuación:

Las reacciones químicas son la base de una amplia gama de procesos industriales, lamentablemente en muchos de estos procesos no existe un manejo adecuado de los residuos químicos que se producen en las diversas etapas de cada proceso industrial. Así mismo, las actividades cotidianas de las ciudades modernas producen toneladas de desechos, muchos de ellos con características de contaminantes químicos de tipo muy tóxico (Mondragón et ál., 2010: 228).

Los contenidos desde la categoría «Ciencia a través de CTSA» están presentes en los cinco libros de texto; es la categoría que está en mayor proporción.

Dentro de esta la subcategoría con más presencia es «Contenidos disciplinares a través de CTSA», seguida de la subcategoría «Contenidos sociales a través de CTSA».

Los aspectos de relevancia encontrados dentro de las dos subcategorías enunciadas son:

- ♦ La comprensión pública de productos químicos como insecticidas, productos para el aseo, entre otros, se aborda en los contenidos relacionados con los compuestos, las propiedades de los materiales, reacciones químicas, soluciones químicas, que son contenidos en la química de décimo grado.
- ♦ Busca que las personas aprendan a obtener información sobre aquello que les preocupa con respecto a la ciencia; esto se hace a través de preguntas, análisis de lecturas y cuestionamientos sobre algunos temas que son de actualidad en ciencias (nanotecnología, productos biodegradables).
- ♦ Promueve la sensibilización sobre los productos químicos y su relación con la vida de las personas, así, se plantea que:

[...] algunas sustancias utilizadas como combustibles en centrales térmicas, fábricas de automóviles y otras industrias contienen azufre. El azufre, por la acción de oxígenos atmosférico en las combustiones, se transforma en trióxido de azufre y este, con el vapor de agua de la atmósfera, en ácido sulfúrico. a) ¿Cuál es la secuencia de las reacciones para producir el ácido sulfúrico? b) ¿Qué clase de ácido es este? c) ¿Qué otros ácidos puede formar el azufre? (Mondragón et ál., 2010: 113).

- ♦ Provoca la utilización de principios científicos.
- ♦ Muestra motivaciones e intereses de los científicos.
- ♦ Tiene en cuenta cuestiones históricas de las comunidades científicas.

Algunos de estos aspectos se encontraron en mayor proporción que otros. Por lo tanto en esta subcategoría, si bien se intentan desarrollar los contenidos CTSA a lo largo del texto, en la misma medida están presentes los contenidos disciplinares que al estar con mayor presencia, no logran resaltar los contenidos CTSA; esto se da porque los libros de texto se centran en los contenidos disciplinares establecidos en los estándares curriculares en Colombia, los cuales también enfatizan más en lo disciplinar pretendiendo que los estudiantes logren:

Explicar la diversidad biológica como consecuencia de cambios ambientales, genéticos y de las relaciones dinámicas dentro de los ecosistemas.

Relacionar las estructuras de las moléculas orgánicas e inorgánicas y sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de cambio químico.

Utilizar modelos biológicos, físicos y químicos para explicar la transformación y conservación de la energía.

Identificar aplicaciones de diferentes modelos biológicos, físicos y químicos en procesos industriales y en el desarrollo tecnológico; analizo críticamente las implicaciones de sus usos (MEN, 2004: 140-141).

Los anteriores objetivos de aprendizaje se reducen a entender ciertos aspectos relacionados con alguna de las ciencias (biología, física o química) y evidencias materiales curriculares que no dan cuenta de los principios que el enfoque CTSA propone.

En lo concerniente a la subcategoría «contenidos tecnológicos a través de CTSA» no se encontró presencia de esta dentro de los textos analizados; si bien había una intencionalidad de incluirlos, aquí se enfatiza en lo disciplinar, así, por ejemplo, unos de los textos plantea:

En la cabeza de un fósforo ocurre una reacción de combustión, en la que el clorato de potasio se descompone para producir cloruro de potasio y oxígeno. a) ¿qué tipo de reacción ocurre en este proceso? Justifica tu respuesta. b) ¿qué otras reacciones de descomposición se llevan a cabo en la vida diaria. c) ¿qué clase de sustancia es el clorato de potasio, KClO_3 ? Justifica tu respuesta. d) ¿qué reacción plantearías para la obtención del clorato de potasio? Justifica tu respuesta. (Mondragón et ál., 2010:125).

Así, lo que se describe es más con el fin de mostrar que la química genera productos para el bien de las personas en tanto que las visiones de ciencia y tecnología están poco abordadas desde lo histórico, epistemológico, social, ético, entre otros:

[...] tomando como referencia la etiqueta de cada producto, determina el nombre químico y la fórmula de algunos productos utilizados en la vida diaria. Para esto se presenta un cuadro de tres columnas en donde se encuentra el producto, el nombre químico y la fórmula. Dentro de los productos están destapa cañerías, ácido muriático, blanqueador, agua oxigenada, Alka-Seltzer y polvo para hornear (Mondragón et ál., 2010: 135).

Los contenidos en la categoría «CTSA pura» se encuentran ausentes en libros de texto analizados, sin embargo se rescatan algunos de los indicadores definidos en el anexo 1 para esta categoría, siendo la subcategoría que está en mayor presencia la que concierne a los «Contenidos CTSA» que definen los contenidos bajo las siguientes características:

- ♦ Ejemplos de ciencia.
- ♦ Formación de actitudes de responsabilidad personal en relación con el ambiente natural y la calidad de vida.
- ♦ Cuenta con explicaciones históricas a través de lecturas dentro del texto.
- ♦ Se abordan conjuntamente aspectos de la ciencia y la tecnología evidenciando las ventajas y desventajas de las mismas.

Es evidente que los textos revisados tienen una intención de trabajar el enfoque CTSA pero a la vez es notorio que los contenidos disciplinares son los que cobran fuerza porque el profesorado los reclama para enseñar —según lo evidencian los estudios de mercadeo de las editoriales—; así el currículo del Ministerio de Educación Nacional u oficial de Colombia plantea unos contenidos instrumentalizados del enfoque CTSA y el docente los ve, no como orientaciones a seguir, sino como contenidos a cumplir de forma obligatoria. Es necesario que el profesorado aborde una socialización de los aspectos más relevantes de la química, pero si hay ausencia en los libros de texto, de los aspectos sociales del desarrollo de la ciencia, la tecnología, la economía, la cultura, la política, la promoción de valores, el profesor no los asume. Esto significa un “desafío en la formación del profesorado de ciencias desde la perspectiva CTSA que implica relacionar sus creencias con sus prácticas con respecto a la naturaleza de la ciencia y la tecnología” (Martínez, 2012: 74).

Los contenidos desde la categoría «Contenidos estructurantes CTSA», estuvieron presentes en tres de los cinco libros analizados; cabe señalar que los aspectos encontrados se relacionan con dos de las tres subcategorías establecidas: «Naturaleza de la ciencia y la tecnología» y «Cuestiones sociales de la ciencia y la tecnología» entre las que se destacan los siguientes aspectos:

- ♦ Los contenidos presentan rasgos personales, motivaciones e intereses de los científicos, cuestiones históricas de las comunidades científicas; esto se evidencia, por ejemplo, en una ilustración de la imagen de John Dalton, mostrándose que:

[...] planteó además de la teoría atómica; este científico formuló varias leyes sobre los gases y fue el primero en dar una descripción detallada sobre la ceguera a los colores (daltonismo), enfermedad que él padecía.

Se ha descrito a Dalton como un experimentador desinteresado, con un deficiente manejo del lenguaje. Su único pasatiempo era jugar a los bolos, los jueves por la tarde. Probablemente la visión de esas bolas de madera le dio la idea de la teoría atómica (Mora, Parga & Torres, 2003: 107).

- ◆ Tiene en cuentas aspectos medioambientales.
- ◆ Muestra los problemas causados por la química, así, se cita el texto de un periódico nacional con la siguiente noticia:
El diario El Tiempo (29-08-1993) publicó el artículo ‘Sin respiro: Bogotá se encuentra entre las 20 ciudades más contaminadas del mundo’; en él se señala que las vías más contaminadas son Autopista Norte, Av. Jiménez, Av. Américas, Troncal Caracas, Carrera Séptima y Décima y las Zonas de San Cristóbal, Usme y Tunjuelito, y que la contaminación máxima proviene de sustancias como CO, SO₂, SO₃, N₂O₅, NO₂ y C_nH_{2n+2}. Algunos de ellos son los responsables de la llamada lluvia ácida. a) Escribe el nombre de estos contaminantes b) Escribe de dónde proviene cada uno de estos contaminantes. c) Indica tres reacciones de formación de lluvia ácida. d) Explica cómo afecta el clima de Bogotá (temperatura, régimen de viento y lluvia) la formación de la lluvia ácida (Mora, Parga & Torres, 2003: 213).

Consideraciones finales

Los contenidos y principios del enfoque CTSA pueden ayudar a entender cómo funcionan la ciencia y la tecnología, cómo se han desarrollado y cómo se siguen desarrollando; para ello se requiere que el currículo y en especial los libros de texto, aborden las perspectivas filosóficas, sociológicas, políticas e históricas de estas; para comprender y abordar problemas prácticos surgidos como consecuencia de la evolución del conocimiento científico o tecnológico: problemas sociales, medioambientales, y demás, no tanto en su aplicación sino en el análisis de los problemas generados o por generarse, es decir que incluya de manera interrelacionada las visiones europea y anglosajona del enfoque CTSA.

Como se evidenció, los libros de texto de química que se comercializan en Colombia para el grado décimo, tienen contenidos a través de CTSA, pero aún están lejos de atender a las condiciones más deseables del enfoque (las puntuadas como 2 y 3 en las cuatro categorías). Se encontró que hay una carencia de la evolución del campo CTSA en los libros de texto, esto es quizás por la escasa atención que se le da a los problemas de la ciencia y la tecnología a lo largo del proceso educativo.

De acuerdo con lo anterior, es necesario desarrollar libros de texto de química con las siguientes características:

- ♦ Que permitan la comprensión y la participación de los estudiantes en temas de química y su tecnología.
- ♦ Que contengan aplicaciones concretas de esta ciencia y la tecnología, las cuales permitan identificar los problemas que abordan, resuelven o plantean, en relación con los debates científicos/tecnológicos que se dan en la actualidad o que se dieron en la historia.
- ♦ Que aborde el estudio de nuevos materiales y temas relacionados con el medio ambiente y los problemas generados por el desarrollo, actividades que tienen que ver con el medio ambiente; aspectos que claramente no se evidencian dentro de los textos que se analizaron y que son de consideración para lograr un mejor desarrollo del enfoque dentro de este tipo de materiales.
- ♦ Los libros de texto de química deben permitir la inclusión de los objetivos y contenidos que conformen actitudes y valores que permitan a los estudiantes apreciar y valorar el papel que esta ciencia y la tecnología juegan y han jugado en nuestras vidas, en especial para la toma de decisiones y la participación en la solución de los problemas con que la sociedad se enfrenta hoy. Esto con el fin de desarrollar en los estudiantes la capacidad crítica y la toma responsable de decisiones en lo concerniente a la actividad científica y tecnológica.
- ♦ Que aborden los criterios definidos en la puntuación 3 de las categorías 3 y 4. En estos se destacan aspectos relacionados con los currículos CTSA en términos de los asuntos sociales de la química y la tecnología; que se interrelacionen con los llamados temas transversales entre los que se destacan la educación para la salud, para la paz, la educación ambiental y la coeducación (que es una perspectiva social del género en la ciencia y la tecnología). Es evidente que en los textos analizados no hay presencia de los aspectos mencionados y es claro que estos ayudarían seguramente a un mejor aprendizaje, podrían permitir trabajar las ideas fundamentales de la química contextualizada y su tecnología con el fin de que el estudiante comprenda sus fines.
- ♦ Libros de química que favorezcan el cambio de las visiones de la C&T ya que se presentan como acabadas pues “todo está dicho”; en donde la química está basada en leyes y definiciones conceptuales (sin teorías que las respalden) que permiten determinar si algo es posible o no, y la tecnología se muestra como una aplicación de la química. Es necesario proyectar una imagen humana de las dos.

Estas conclusiones concuerdan con lo encontrado en otros trabajos como los de Lires, Comesaña y Tojo (2001) quienes analizaron 19 libros de texto del segundo ciclo de educación secundaria obligatoria (ESO), en la búsqueda de las relaciones CTSA; una vez que se encontraran citas estas se clasificaron en función de la forma como aparecen en el texto. Allí encontraron 361 citas y el número de aplicaciones didácticas fue de 54, lo cual supone un 15% de los contenidos que incluyen las interacciones CTSA. Se resalta que las aplicaciones CTSA que aparecen en su análisis se presentan de forma llamativa, curiosa e interesante para el alumnado, pero se queda solo allí; además en algunas secciones anexas al final de un tema encontraron propuestas de debates y búsqueda de información. Es decir —como sucede en los libros de texto colombianos— pareciera que el uso de los contenidos CTSA está asociado con la generación de actitudes favorables hacia el aprendizaje de la química más que con las demás intenciones del enfoque CTSA.

Por lo tanto, se debe seguir trabajando en favorecer diseños curriculares contextuales —más locales que propuestas masivas— que aborden problemáticas actuales y en donde la química tiene mucho que aportar

Referencias

- BAZZO, W.; LINSINGEN, I. & TEXEIRA, L. (2003). *Introdução aos estudos CTS (Ciência, tecnologia e sociedade)*. Cuaderno de Iberoamérica: OEI.
- CAAMAÑO, A. (2011). 'Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización'. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales* [(69) 21-34]
- ECHEVERRÍA, J. (2003). *La revolución tecnocientífica*. España: Fondo de Cultura Económica.
- FUNTOWICZ, S. & RAVETZ, J. (2000). *La ciencia posnormal: la ciencia con la gente*. Buenos Aires: Icaria, Antrazyt.
- GARRITZ, A. (1994). 'Aportaciones y opiniones sobre la enseñanza de la química en el nivel medio superior. Ciencia-Tecnología-Sociedad: A diez años de iniciada la corriente'. Recuperado el 25 de abril de 2014 de <http://www.oei.es/salactsi/quimica.htm>
- GONZÁLEZ, M.; LÓPEZ, J. & LUJAN, J. (2000). *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. España: Tecnos.
- GORDILLO, M. M. (2006). *Controversias tecnocientíficas: diez casos simulados sobre ciencia, tecnología, sociedad y valores*. España: Octaedro OEI.
- GORDILLO, M.; TEDESCO, J.; LÓPEZ, J.; ACEVEDO, J.; ECHEVERRÍA, J. & OSORIO, C. (2013). 'Educación, ciencia, tecnología y sociedad'. *Documento de trabajo N° 3*. España: OEI.

- IBARRA, A. & LÓPEZ, J. (2001). *Desafíos y tensiones actuales en ciencia, tecnología y sociedad*. España: Biblioteca nueva OEI.
- JCE (2003). 'Are textbooks dispensable?' *Journal of Chemical Education* [80 (4) 359]. ACS Publications.
- MARINO, E. & GARCÍA-MÉNDEZ, P. (2001). 'El neoludismo: una forma de participación en el contexto de la ciencia posnormal'. IBARRA, A. & LÓPEZ, J. [ed.] *Desafíos y tensiones actuales en ciencia, tecnología y sociedad* (217-233). España: Biblioteca nueva OEI.
- MARTÍNEZ, L. (2012). *Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia y formação de professores*. Brasil: Editora Unesp.
- MARTÍNEZ, L. & PARGA, D. (2013a). 'La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA'. *Góndola* [8 (1) 23-35].
- _____. (2013b). *Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas: aportes para la formación del profesorado*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- MEDINA, M. & SANMARTÍN, J. (1990). *Ciencia, tecnología y sociedad*. País Vasco: Anthropos Editorial del Hombre.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL DE COLOMBIA MEN (2004). *Estándares en ciencias naturales*. Recuperado el 29 de julio de 2014 de http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf
- MORA, W. & PARGA, D. (2008). 'El conocimiento didáctico del contenido en química: integración de las tramas de contenido histórico - epistemológicas con las tramas de con-texto-aprendizaje'. *Tecné, Episteme y Didaxis* [(24) 56-81].
- _____. (2010). 'La imagen pública de la química y su relación con la generación de actitudes hacia la química y su aprendizaje'. *Tecné, Episteme y Didaxis* [(74) 67-93].
- _____. (2014). 'Aportes al CDC desde el pensamiento complejo'. GARRITZ, A.; LORENZO, G. & DAZA, S. [comp.] *Conocimiento didáctico del contenido: una perspectiva iberoamericana* (100-143). Saarbrücken, Alemania: Editorial Académica Española.
- PARGA, D. & MORA, W. (2014). El PCK, un espacio de diversidad teórica: conceptos y experiencias unificadoras en relación con la didáctica de los contenidos en química. *Educación Química* [25 (3) 332-342].
- PARGA, D. & PINZÓN Y. (2014). *Formación permanente de profesores en la interfaz Universidad Escuela: currículo, fundamento y roles. Una experiencia en construcción*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- QUINTERO, C. (2009). *Diseño, experimentación y evaluación de materiales curriculares para la formación en ciencia, tecnología y sociedad*. Valle del Cauca: Editorial Universidad Santiago de Cali.
- RATCLIFFE, M. & GRACE M. (2003). *Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues*. Maidenhead: Open University Press.
- YAGER, R. E. (1992). *The Status of Science-Technology-Society: Reform Efforts around the World, International Council of Associations for Science Education ICASE*. Yearbook, Petersfield, UK.

ZEIDLER, D. [comp.] (2003). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Anexo 1. Categorías para el análisis

CATEGORÍA 1. INJERTOS CTSA	
Subcategoría de análisis	Indicador
Aplicación de la ciencia	Presenta la ciencia como fruto del trabajo colectivo.
	Los alcances y limitaciones de la ciencia reconocen el contexto en el cual se abordan este tipo de trabajos. (P = 3)
	Hay una valoración crítica al papel de la ciencia y al desarrollo de esta. (P = 2)
Aplicación de la tecnología	La ciencia es vista como el trabajo producto de la tecnología. (P = 1)
	La tecnología es la que proporciona medios y procedimientos para satisfacer necesidades humanas.
	Se encarga de la elaboración de artefactos para brindar algún beneficio. (P = 3)
	Hay una valoración crítica al papel de la tecnología como el causante de la realización de productos que convierten a las personas en consumistas y venden la necesidad de adquirir innecesariamente.
Implicaciones de la ciencia y la tecnología	Es vista como una de las causantes de los problemas medio ambientales de la actualidad. (P = 2)
	Considera la tecnología como la aplicación de leyes y principios científicos con fines prácticos. (P = 1)
	La ciencia al igual que la tecnología no es un campo aislado de investigación sino que interacciona con otras disciplinas y es producto del trabajo colectivo de personas. (P = 3)
	Presenta contribuciones positivas y negativas hechas por la ciencia y la tecnología. (P = 2)
	La relación entre la ciencia y la tecnología es escasa y por tanto se desconoce la relevancia del impacto y contribución de estas dentro del desarrollo social, económico y político. (P = 1)

CATEGORÍA 2. CIENCIA A TRAVÉS DE CTSA	
Subcategoría de análisis	Indicador
Contenidos disciplinares a partir de CTSA	Promueve la sensibilización y comprensión pública de productos químicos y de su relación con la vida.
	Busca que las personas aprendan a obtener información, sobre todo aquello que les preocupa en relación con la ciencia.
	Suscita la utilización de principios científicos. Identifica las contribuciones para la satisfacción de las necesidades humanas, genera interés por la ciencia en los estudiantes.
	Muestra las motivaciones e intereses de los científicos.
	Tiene en cuenta las cuestiones filosóficas, históricas y sociales en las comunidades científicas. (P = 3)
	A partir de la comprensión de contenidos científicos hay interés en la toma de decisiones para que las personas sean partícipes activas en la sociedad. (P = 2)
	Los contenidos científicos que allí se presentan no tienen relación alguna con la tecnología y mucho menos con el aspecto social para la toma de decisiones respecto a los contenidos de carácter científico y tecnológico que se presentan. (P = 1)
Contenidos tecnológicos a partir de CTSA	Promueve mayor sensibilización y comprensión pública de productos tecnológicos y de su relación con la vida.
	Busca que las personas aprendan a obtener información sobre todo aquello que les preocupa en relación con la tecnología.
	Origina la utilización de principios tecnológicos. Identifica las contribuciones a las necesidades humanas para generar interés por la tecnología en los estudiantes.
	Muestra las motivaciones e intereses de los tecnólogos.
	Considera las cuestiones filosóficas, históricas y sociales en las comunidades tecnológicas. (P = 3)
	A partir de la comprensión de contenidos tecnológicos hay preocupación por la toma de decisiones para que las personas participen en la sociedad. (P = 2)
	Los contenidos tecnológicos tienen poca o ninguna relación con la tecnología y mucho menos con el aspecto social de esta. (P = 1)

Contenidos sociales a través de CTSA	Los aspectos sociales y los valores derivados de la ciencia tienen importancia porque las personas se sensibilizan frente a la actividad científica y tecnológica dentro de la sociedad y así toman una postura frente a los planteamientos de la ciencia y la tecnología. (P = 3)
	Se mencionan algunos aspectos sociales relevantes para que las personas tomen decisiones frente a los planteamientos de la ciencia y de la tecnología. (P = 2)
	Hay poca o ninguna alusión a los aspectos sociales y a los valores derivados de la ciencia para que haya toma de decisiones respecto a lo que ofrece la ciencia y la tecnología. (P = 1)

CATEGORÍA 3. CTSA PURO	
Subcategoría de análisis	Indicador
Contenidos CTSA que definen los contenidos disciplinares	Aumentar la alfabetización científica en los ciudadanos, fomentar la contextualización social de los estudios científicos a través de las interacciones ciencia y tecnología en la sociedad.
	Hay una inclusión de contenidos y ejemplos de ciencia que se integran en las explicaciones sociales, históricas y filosóficas.
	Formación de actitudes de responsabilidad personal en relación con el ambiente natural y la calidad de vida.
	Toma de decisiones en relación con la ciencia tomando en cuenta factores éticos, económicos y políticos. (P = 3)
	Se fomenta la contextualización social de los estudios científicos a través de las interacciones ciencia, tecnología y sociedad.
Hay explicaciones históricas a través de lecturas dentro del texto. (P = 2)	
Los contenidos de carácter disciplinar siguen ocupando el primer lugar y son el eje central dentro del proceso de enseñanza.	
Escasa contextualización de contenidos. (P = 1)	

<p>Contenidos CTSA que definen los contenidos tecnológicos</p>	<p>Aumentar la alfabetización tecnológica en los ciudadanos.</p>
	<p>Fomentar la contextualización social de los estudios tecnológicos a través de las interacciones ciencia y tecnología en la sociedad.</p>
	<p>Hay una inclusión de contenidos y ejemplos de tecnología que se integran en las explicaciones sociales, históricas y filosóficas.</p>
	<p>Formación de actitudes de responsabilidad personal en relación con el ambiente natural y la calidad de vida.</p>
	<p>Toma de decisiones en relación con la tecnología teniendo en cuenta factores éticos, económicos y políticos. (P = 3)</p>
	<p>Se fomenta la contextualización social de los estudios tecnológicos a través de las interacciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente.</p>
<p>Contenidos que implican CTSA</p>	<p>Cuenta con explicaciones históricas relacionadas con la tecnología a través de lecturas dentro del texto. (P = 2)</p>
	<p>Los contenidos tecnológicos ocupan el primer lugar pero no son contextualizados. (P = 1)</p>
	<p>Se abordan conjuntamente la ciencia y la tecnología evidenciando las ventajas y desventajas de las mismas, teniendo en cuenta aspectos sociales, históricos, filosóficos, económicos, políticos y éticos de estas ciencias. (P = 3)</p>
	<p>Se muestra una pequeña relación entre ciencia y tecnología sin entrar a detallar ventajas y desventajas de la misma. (P = 2)</p>
<p>Contenidos que implican CTSA</p>	<p>Muestra poca relación entre la ciencia y la tecnología.</p>
	<p>Desconoce el impacto de la ciencia y la tecnología para la formación de personas con este tipo de conocimientos. (P = 1)</p>

CATEGORÍA 4. CONTENIDOS ESTRUCTURALES CTSA	
Subcategorías de análisis	Indicador
Inserción ocasional o intencionada en los cursos de ciencia y tecnología	En este tipo de contenidos se mencionan los aspectos CTSA para motivar al estudiantado en el aprendizaje de la ciencia y de la tecnología, lo que permite complementar los cursos tradicionales con unidades CTSA en los libros.
	Hay una integración de actividades CTSA en las unidades de una disciplina o área de conocimiento. (P = 3)
	Menciona aspectos bien sea de la ciencia o de la tecnología para motivar al estudiante en el aprendizaje de alguna de estas. (P = 2)
	Se mencionan aspectos CTSA sin ningún objetivo. (P = 1)
Naturaleza de la ciencia y la tecnología	Permite ver los rasgos epistemológicos y las relaciones entre ciencia y tecnología.
	Presenta rasgos personales, motivaciones e intereses de los científicos y de los tecnólogos.
	Presenta cuestiones filosóficas, históricas y sociales internas a las comunidades científicas y tecnológicas. (P = 3)
	Presenta las motivaciones e intereses de científicos y tecnólogos.
	Tiene en cuenta aspectos históricos de las comunidades científicas y tecnológicas. (P = 2)
	Solo considera los aspectos históricos de las comunidades científicas y tecnológicas. (P = 1)

Cuestiones sociales de la ciencia y la tecnología	<p>Evidencia la influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología, tiene en cuenta aspectos medio-ambientales, efectos del ambiente cultural, político y religioso, control social (instituciones políticas, poderes fácticos y grupos de presión), la dimensión organizativa en lo tecnológico y en lo científico, etc.</p> <p>Muestra el predominio de la ciencia y la tecnología en la sociedad: problemas que origina y que ayuda a resolver, conocimiento necesario para tomar decisiones, responsabilidad social, ética y valores morales, además la contribución al pensamiento social. (P = 3)</p>
	<p>Muestra el papel de la ciencia y de la tecnología en la sociedad en torno a los problemas que originan y que ayudan a resolver, todo con el fin de brindar conocimiento para la toma de decisiones. (P = 2)</p>
	<p>Muestra solo el papel de la ciencia o de la tecnología en la sociedad en torno a los problemas que han originado y que han ayudado a resolver. (P = 1)</p>

P = Puntuación