

Qué visiones de CTS tienen los docentes de 5° y 9° grado de Colombia? Y ¿cuál es su relación con los estándares de ciencias del Ministerio de Educación Nacional?

What are the views from 5th and 9th grade teachers about STS in Colombia? And how are those views related to the standards for science from the National Ministry of Education?

Javier Toro-Baquero¹

Resumen: El siguiente artículo busca dar información sobre las visiones de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) que tienen los docentes de 5° y 9° grado del país, a partir de una encuesta que aplicó el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES)² a una muestra de instituciones. Asimismo se procura establecer la relación entre los resultados obtenidos con la propuesta que el Ministerio de Educación Nacional (MEN) establece de CTS en los estándares básicos en competencia en Ciencias Naturales.

Palabras claves: Ciencia. Tecnología y sociedad. CTS. Colombia. Enseñanza de la ciencia. Evaluación.

Abstract: The following article seeks to provide information about Colombian teachers' views of Science, Technology and Society (STS). To this end a questionnaire, as a survey, was applied by the Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) to fifth and ninth grade teachers, from a sample of schools. It also establishes the relationship between the National Educational Ministry proposal of STS in the National Standards of Science and the obtained results.

Key words: Science. Technology and Society. STS. Colombia. Science education. Evaluation.

¹ Universidad Pedagógica Nacional (UPN). Calle 17 # 3-40, Bogotá, Colombia. E-mail: <jtorobaquero@gmail.com>

² El Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación es la entidad especializada en ofrecer servicios de evaluación de la educación en todos sus niveles, y, en particular, apoyar al Ministerio de Educación Nacional en la realización de los exámenes SABER 5°, 9°, 11° y Pro, y en adelantar investigaciones sobre los factores que inciden en la calidad educativa, para ofrecer información pertinente y oportuna para contribuir al mejoramiento de la calidad de la educación.

Introducción

La preocupación de muchos investigadores de orden mundial ha sido establecer el papel y el impacto que tienen las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en la educación y en la preparación de ciudadanos. En especial, dicha preocupación se ha centrado en buscar herramientas que permitan fortalecer los currículos para la formación a diferentes niveles, o cambiarlos mediante reformas educativas (ACEVEDO, 1995, 1996; GIL et al., 2003; MAIZ-TEGUI et al., 2002; MANSOUR, 2010; SANMARTÍN et al., 1992; SOLBES, 2002). Algunas recomendaciones derivadas de sus investigaciones se encaminan a: (1) desarrollar en los estudiantes la capacidad de realizar evaluaciones sobre diversos avances científicos y tecnológicos, su utilidad, sus riesgos y su impacto social y ambiental; (2) valorar y generar juicios éticos sobre los desarrollos tecnológicos encaminados a la satisfacción de necesidades humanas y a la solución de los problemas del mundo y (3) propiciar una mayor participación social, a través del análisis, la discusión y puesta en marcha de las decisiones y actuaciones de la comunidad frente a los adelantos o problemáticas mundiales y regionales; pues cumplir con estos objetivos propenderá por formar desde la escuela ciudadanos científicamente alfabetizados (SOLBES; VILCHES, 2004). Tal cual como se propuso en la reforma educativa en Estados Unidos de 1991, la cual tenía como meta para el siglo XXI, a través de la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia / tecnología en el contexto de la experiencia humana, “formar estudiantes con destrezas que les permitiera convertirse en ciudadanos activos y responsables para afrontar las distintas problemáticas que afectaran sus vidas”. (NATIONAL SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION, 1990, p. 48).

En el currículo nacional³, por ejemplo, en los últimos seis años se ha incluido las complejas relaciones CTS en el campo de las ciencias naturales. En el año 2004, el Ministerio de Educación Nacional Colombiano (MEN) publicó los Estándares Básicos en competencia de ciencias naturales y sociales, que partieron de los lineamientos generales de educación de 1998. Para el caso especial de ciencias naturales, en el documento del MEN se observan como derrotero tres grandes ejes para el cumplimiento de los estándares, los cuales se definieron como: (a) la manera de aproximarse al conocimiento *como lo hacen los científicos y las científicas*, (b) *el manejo de los conocimientos propios de las ciencias naturales* y (c) *el desarrollo de compromisos personales y sociales*. Estos ejes se pueden renombrar en términos de un eje procedimental, uno disciplinar y otro axiológico.

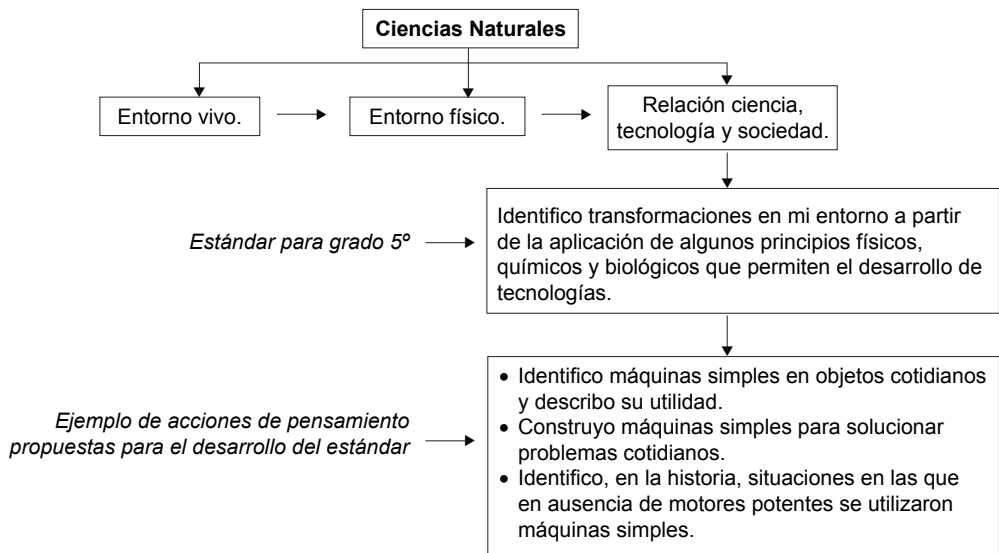
La Figura 1 muestra que en el eje disciplinar (conocimientos propios de la ciencia), el MEN propone vincular las CTS a través de una serie de actividades (denominadas acciones de pensamiento) que deben desarrollarse en los distintos grupos de grados⁴ para alcanzar los

³ Aunque Colombia no tiene un currículo general para la educación básica media y vocacional, sí cuenta con unos estándares básicos en competencia que se convierten en un lineamiento para la estructuración de los currículos en cada institución. Esto quiere decir que las instituciones aunque son autónomas en la elaboración de sus currículos y sus perfiles, deben dar cuenta de estos básicos de la educación nacional. Estos estándares son un rasero con el cual se estructuran las pruebas externas que sirven de indicador de la calidad de la educación.

⁴ Los grupos de grados propuestos por el MEN son: de 1° a 3°, de 4° a 5°, de 6° a 7°, de 8° a 9° y de 10° a 11° grados. Con esta estructura se establecen los Estándares en secuencia de complejidad creciente (COLOMBIA, 2006).

estándares propuestos. Sin embargo, en el documento del MEN no se encuentra una definición o conceptualización de lo que se entiende o se debe entender por las relaciones CTS, y al no contar con esta definición, el análisis de las acciones de pensamiento es la base para conceptualizar la concepción de CTS del currículo.

Figura 1. Adaptación del eje disciplinar de los estándares nacionales de ciencias naturales, para mostrar sus componentes y ejemplos de acciones de pensamiento de CTS



Fuente: Colombia (2006).

Es evidente que el MEN en su propuesta de CTS para los distintos grados escolares espera que tanto estudiantes como docentes desarrollen concepciones o visiones de estas complejas relaciones a lo largo de su vida escolar; y es con base en esta hipótesis que se deben identificar las posibles relaciones entre las concepciones que tienen los docentes de grado 5º de primaria y de grado 9º de secundaria del país sobre CTS con las actividades curriculares propuesta por el MEN. Lo cual se refleja con la pregunta de Mansour (2010, p. 514) sobre “si las creencias, conocimientos y valores sobre los tópicos de CTS de los docentes de ciencia egipcios, permiten a la reforma curricular tomar lugar en sus prácticas”.

De acuerdo con lo mencionado arriba, el objetivo central de este artículo radica en identificar atributos de las concepciones sobre CTS que tienen los docentes de 5º de primaria y 9º de secundaria del país y plantear sus posibles relaciones con la propuesta del MEN en los estándares básicos de competencia para los grupos de grados correspondientes.

Concepciones sobre CTS y su relación con las concepciones de las ciencias

El estudio de las concepciones de profesores ha sido una línea de investigación en educación científica desde finales de la década de 1980. Hewson y Hewson (1987, p. 427) por ejemplo, las definieron como “ideas y comportamientos intuitivos que interfieren en la adquisición de los conocimientos científicos”, y Porlán y Martín del Pozo (2004, p. 40) las definen como “una representación mental o mirada sobre algo en particular”. Desde la década de los ochenta, estas concepciones se han reconocido como un material que permite explicar algunos resultados de la educación de los estudiantes⁵.

Por lo general, la formas de concebir las ciencias por parte de los docentes está dada por las visiones que han tenido de sus profesores en el estudio de las licenciaturas o del mismo texto guía que usan para construir sus clases (FERNÁNDEZ et al., 2002). Las concepciones de los profesores – o las que proporcionan los libros de texto – no son muy diferentes de lo que podría denominarse la imagen socialmente aceptada de la ciencia (FERNÁNDEZ et al., 2002; SELLEY, 1989; STINNER, 1992). Fensham (1988) propuso que el trabajo disciplinar de las ciencias y los mismos marcos teóricos usados en la formación docente no los prepara para desarrollar una visión clara y cercana de CTS. Por ejemplo, el uso que los profesores, los estudiantes y los ciudadanos le dan a la ciencia en su contexto cotidiano. La mayoría de la población prefiere todo aquello que está respaldado científicamente, sin embargo esto no permite establecer si conocen, o no, claramente las evidencias o conceptos científicos que respaldan el producto o es solo un aspecto de “confianza” a lo cual le apuestan (CAJAS, 2001; IRWIN, 1995; LAVE, 1988; LAYTON, 1994; LÓPEZ; GONZÁLES, 1996; WYNNE, 1991, 1995).

Por lo anterior, las clases se deben alejar de mostrar imágenes mitificadas y subjetivas de las ciencias, centradas en un cientifismo; y, en cambio, deben intentar darle un estatus superior a la tecnología, reconociéndola como una actividad diferente, es decir, integrada y al mismo nivel y no sólo como una aplicación de las ciencias. (CAJAS 2001; LAYTON, 1994). Como afirma Ziman (1994) la debilidad de la enseñanza tradicional de las ciencias no está dada en lo que se aborda sobre la naturaleza, sino en lo que *no se enseña*, en particular, sus relaciones con la tecnología y la sociedad. Por tanto, todos los resultados que se obtengan sobre esta encrucijada permitirán cerrar brechas o cercar más sólidamente los problemas que actualmente presenta la educación colombiana en relación con las diferentes miradas que se le dan a las ciencias y en especial a las relaciones CTS.

A continuación se presenta una revisión sobre las concepciones de ciencia, tecnología y sociedad extraídas del artículo “Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza” de Fernández et al. (2002). Pues una de las categorías allí propuestas “Una visión descontextualizada, socialmente neutra de la actividad científica” (FERNÁNDEZ, 2002, p. 482) y sus respectivas subcategorías serán las usadas en este artículo.

⁵ Para los fines pertinentes de este artículo la definición de concepciones propuesta por Porlán y Martín del Pozo (2004) será la trabajada en el análisis de las respuestas de los docentes de 5° de primaria y 9° de secundaria en la encuesta aplicada.

Categorías de las concepciones sobre CTS

Fernández et al. (2002) rastrearon las diferentes “visiones”⁶ del profesorado sobre las ciencias, determinando siete visiones que, en su conjunto, muestran una mirada ingenua de las ciencias y se convierten en un obstáculo para estructurar en los estudiantes una visión más amplia y cercana a las ciencias. Las siete visiones propuestas se enuncian a continuación:

1. Una concepción empiroinductivista y atórica (ignora el papel esencial de las hipótesis y los cuerpos de conocimientos);
2. Una concepción rígida de la actividad científica (olvida el carácter tentativo de la ciencia, el papel del pensamiento divergente);
3. Una concepción apromblemática y ahistórica de la ciencia (dogmática y cerrada);
4. Una concepción exclusivamente analítica (olvida los procesos de unificación);
5. Una concepción meramente acumulativa del desarrollo científico (ignora las crisis, las remodelaciones profundas);
6. Una concepción individualista y elitista de la ciencia (obra de genios aislados, ignorando el papel del trabajo colectivo);
7. Una visión descontextualizada, socialmente neutra de la actividad científica (ignora las relaciones CTS y olvida o minusvalora la tecnología).

El equipo de Fernández (2002) afirma que la imagen empirista sobre la ciencia que los docentes, los libros de texto y la que transmiten los medios de comunicación, no son muy diferentes de la imagen popular y socialmente aceptada de la ciencia, la cual dista mucho de su trabajo real. En sus conclusiones muestran que la imagen popular de la ciencia persiste tanto en estudiantes como entre los profesores, influenciando negativamente la enseñanza de las ciencias.

Como se dijo en el apartado anterior, de las siete visiones propuestas por el equipo de Fernández (2002) la que se usará en este artículo por ser la única que permite reconocer los aspectos relevantes de las relaciones CTS es: *una visión descontextualizada, socialmente neutra de la actividad científica*. Esta visión es definida como una mirada simplista de las ciencias y socialmente neutra, donde se olvidan los aspectos esenciales de la actividad científica y tecnológica como su impacto en el medio natural y social, o los intereses e influencias de la sociedad en su desarrollo, es decir, se ignoran las complejas relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. (FERNÁNDEZ et al., 2005).

En el artículo mencionado de Fernández et al. (2002) cuando definen esta visión se puede reconocer tres subcategorías, que en su conjunto muestran las posibles miradas que sobre CTS presenta la mayoría de docentes o de libros de texto. Por lo anterior, estas subcategorías se enuncian y conceptualizan a continuación.

1. Una concepción de exaltación simplista de la ciencia como factor absoluto de progreso – En esta subcategoría se incluye las relaciones CTS que se reducen a la enumeración de algunas *aplicaciones* de los conocimientos científicos (SOLBES; VILCHES, 1997).

⁶Término que no es conceptualizado a profundidad pero que puede ser equiparado con la definición de concepciones de Porlán y Martín del Pozo (2004).

2. Una concepción de la ciencia y la tecnología como responsables de la situación actual de deterioro creciente del planeta – En esta subcategoría se relaciona a los científicos como aquellos que estudian los problemas a que se enfrenta hoy la humanidad, advierten de los riesgos y ponen a punto soluciones. Pero se centra en qué tanto científicos como tecnólogos han producido, por ejemplo, los compuestos que están destruyendo la capa de ozono (FERNÁNDEZ et al., 2005).

3. Una concepción descontextualizada de la actividad científica – Esta subcategoría hace referencia a la mirada del científico ajeno a su cotidianidad como un ser especial, un genio solitario que maneja un lenguaje abstracto, de difícil acceso. Es decir, una persona que está “por encima del bien y del mal, encerrado en una torre de marfil y ajeno a las necesarias tomas de decisión”. (FERNÁNDEZ et al., 2002, p. 482).

En el trabajo realizado por Alonso, Gil y Martínez Torregrosa (1992) los docentes reconocen a los científicos como un grupo aislado que produce conocimiento o artefactos desligado de la problemáticas sociales o contextuales.

A partir de estas tres subcategorías se hizo el análisis de los estándares básicos de competencia de los ciclos, 4º a 5º y 8º a 9º y de las temáticas propuestas por los docentes en la encuesta. Lo cual será tratado con detalle en la metodología de trabajo.

Metodología

Para la realización de este trabajo se aprovechó una encuesta diseñada y aplicada por el ICFES en 209 instituciones que tenían el grado 5º de básica primaria del país y en 209 instituciones que tenían el grado 9º de básica secundaria. La encuesta debía ser diligenciada por el docente que trabajaba el área de ciencias naturales. Sin embargo, la encuesta sólo fue entregada por 128 Instituciones de grado 5º y 118 de grado 9º. Por tanto, los resultados que se presentan y se comentan a continuación hacen referencia solo a las 246 instituciones

Esta encuesta constaba de 16 ítems y una pregunta abierta. Los 16 ítems estaban estructurados como una acción a desarrollar en los estudiantes y debía responderse bajo una escala Likert de frecuencia; cuatro de estos ítems eran los mismos para los dos grados encuestados e indagaban por el desarrollo de habilidades procedimentales, los cuatro ítems se muestran a continuación.

1. Comprender que a partir de la investigación científica se construyen explicaciones sobre el mundo natural.

2. Utilizar habilidades de pensamiento y de procedimiento para evaluar predicciones.

3. Observar y relacionar patrones en los datos para evaluar predicciones.

4. Elaborar y proponer explicaciones para algunos fenómenos de la naturaleza basadas en el conocimiento científico y en la evidencia de su propia investigación o la de otros.

Por su parte, la pregunta abierta averiguaba los temas que el docente abordaba cuando trabajaba CTS en sus clases de ciencias. La pregunta usada fue la siguiente: “¿Qué aspectos de la Ciencia, Tecnología y Sociedad están siendo abordados desde la enseñanza de Ciencias Naturales en su clase, por favor describa mínimo tres?”

Para el análisis de la información, inicialmente se analizó la frecuencia de respuestas de los 4 ítems que indagaban por habilidades procedimentales y se aplicó una prueba t student para

probar la hipótesis de que las poblaciones eran diferentes, puesto que la mayoría de profesores de ciencias hasta grado 5° son docentes integrales y los de básica secundaria cuentan con una licenciatura específica. Sin embargo, el valor “sig” fue superior a 0,05, lo cual indica que existe un 55% de probabilidades de que ambas varianzas sean iguales. Es decir que las poblaciones pueden considerarse similares. Asimismo, para los 246 grados de libertad y la probabilidad de 0,05%, el valor t correspondiente es 1,960. Como el 0,05 se encuentra a ambos lados de la distribución normal, un valor tendrá menos de un 5% de probabilidades de ocurrir si cae por bajo de -1,960 o encima de 1,960. Por lo anterior, y en contraste con la hipótesis planteada, las dos poblaciones pueden considerarse de un mismo grupo, y por tanto asumir que frente a la forma como desarrollan las habilidades procedimentales son muy similares, con una muy baja varianza que para este caso no depende de la formación inicial del docente.

Luego de estas primeras consideraciones se realizó una revisión de las encuestas recogidas y se excluyeron del análisis el 39,2% para grado 5° y el 11,8% para grado 9°, por no contar con la pregunta abierta diligenciada. Es decir, solo se analizó el 60,8% de los formularios para grado 5° y el 88,2% para el grado 9°, pues este fue el porcentaje que diligenció completamente la pregunta abierta.

Cada uno de los tres temas que el docente debía colocar en la pregunta abierta se intentó ubicar dentro de una de las tres subcategorías de Fernández et al. (2002, 2005) y en las que no fue posible, se ubicó en otras subcategorías llamadas emergentes. En el Cuadro 1 se muestran dos ejemplos de respuestas dadas por los profesores y su ubicación en las respectivas subcategorías.

De estos temas propuestos por los docentes su clasificación sería la siguiente:

Para los profesores 1 de grado 5° y de grado 9°: tanto para el tema 1, el 2 y el 3 cada uno de ellos se ubica en la subcategoría *Una concepción descontextualizada de la actividad científica*, porque en los temas propuestos solo se hace énfasis en la producción de conocimiento o artefactos desligado de la problemáticas sociales o contextuales.

Cuadro 1. Respuestas de los temas dados por los profesores en la pregunta abierta y la subcategoría en la cual fueron clasificados

Grado	Profesor	Tema 1	Tema 2	Tema 3
5°	1	Reconocer que en los desechos orgánicos puede generarse el gas	Rehusó de materiales reciclables	Aprender nuevas técnicas del uso del carbón como medio de higiene
	2	Calentamiento global	Clonación como un aspecto terapéutico	Avances tecnológicos aplicados al área como la investigación de Marte, o el caso actual del virus de la rabia entre muchos más.
9°	1	La ingeniería Genética	Las reacciones químicas y su impacto ambiental	Aplicaciones de la presión en la industria
	2	Cambio climático Global: implicaciones y como contrarrestar el efecto humano en él	Proyecto genoma humano: hallazgos más significativos, discusión de las implicaciones de estos resultados	Gases en la medicina y aguas medicinales; aplicaciones

Fuente: Elaboración del autor a partir de los datos de la investigación.

Para el ejemplo de los profesores 2 de grado 5° y de grado 9°, la temática 1 se ubica en la subcategoría *Una concepción de la ciencia y la tecnología como responsables de la situación actual de deterioro creciente del planeta*, porque el calentamiento global o la lluvia ácida son ejemplos de la situación actual del planeta por la responsabilidad del hombre (NATIONAL SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION, 1990). Mientras que el tema 2 y el 3, están ubicados en la sub categoría *Una concepción de exaltación simplista de la ciencia como factor absoluto de progreso* porque los temas propuestos se centran en las *aplicaciones* de los conocimientos científicos para el beneficio de la sociedad.

De otra parte, se realizó un análisis de los estándares básicos de competencia para comparar la propuesta temática de los docentes con la del Ministerio de Educación Nacional. Para este análisis se tomaron las 20 acciones de pensamiento de CTS del ciclo primero a tercero y de cuarto a quinto de los Estándares (ver ejemplo de las acciones en la Figura 1) y las 26 acciones de pensamiento de los ciclos sexto a séptimo y octavo a noveno. La selección de los ciclos para este análisis se hizo porque los estándares están formulados de forma inclusiva, es decir se debe alcanzar los estándares de los grados anteriores para desarrollar los solicitados.

En el Cuadro 2 se muestran dos ejemplos de acciones de pensamiento propuestas por el MEN en los ciclos 4 a 5 y 8 a 9 y su respectiva subcategoría.

Cuadro 2. Acciones de pensamiento propuestas por el MEN en los ciclos 4 a 5 y 8 a 9 y la subcategoría de Fernández et al. (2005) a la cual fueron clasificados

Ciclo	Acción de pensamiento	Subcategoría
4 a 5	<i>Identifico y establezco las aplicaciones de los circuitos eléctricos en el desarrollo tecnológico.</i>	<i>Una concepción de exaltación simplista de la ciencia como factor absoluto de progreso</i>
8 a 9	<i>Identifico recursos renovables y no renovables y los peligros a los que están expuestos debido al desarrollo de los grupos humanos</i>	<i>Una concepción de la ciencia y la tecnología como responsables de la situación actual de deterioro creciente del planeta</i>

Fuente: Elaboración del autor a partir de los datos de la investigación.

Como se puede observar en el Cuadro 2, el primer ejemplo está enunciado como un hecho factor absoluto de progreso en la medida que lo que le pide al docentes es solo ver cómo los circuitos han permitido avanzar en el campo tecnológico, es decir no se da espacio a una discusión sobre sus efectos en el desarrollo tecnológico. Asimismo, el ejemplo 2 muestra solo una variable al cual están expuestos los recursos y no se le permite hacer una reflexión sobre este fenómeno.

Con base en todo lo expuesto en la metodología seguida para el tratamiento de los datos recolectados, en el siguiente apartado se desarrollará el análisis de la información encontrada.

Análisis de los datos

Para desarrollar este análisis se llevaron a cabo los siguientes pasos:

(1) Categorización de la propuesta de CTS de los Estándares básicos hasta grado 5° y hasta grado 9° bajo las subcategorías de Fernández et al. (2002) y las emergentes. (Ver ejemplo Cuadro 2).

(2) Categorización de las respuestas de los docentes de grado 5° y de grado 9° a la pregunta abierta bajo las subcategorías de Fernández et al. (2002) y las emergentes. (Ver ejemplo Cuadro 1).

(3) Relación del resultado de la categorización de los estándares con las temáticas propuestas por los docentes.

La organización de la información para su análisis continúa con la asignación de un código, se le dará a manera de codificación una letra a cada subcategoría para abreviarlas, el Cuadro 3 muestra esta abreviatura.

Cuadro 3. Abreviaturas empleadas como códigos para las tres subcategorías de “Una visión descontextualizada, socialmente neutra de la actividad científica” (FERNÁNDEZ et al., 2002, 2005)

Subcategoría	Abreviatura
<i>Una concepción de exaltación simplista de la ciencia como factor absoluto de progreso.</i>	A
<i>Una concepción de la ciencia y la tecnología como responsables de la situación actual de deterioro creciente del planeta</i>	B
<i>Una concepción descontextualizada de la actividad científica.</i>	C

Fuente: Elaboración del autor a partir de los datos de la investigación.

Para la abreviatura C, la propuesta de temas tecnológicos o ambientales donde no se mencione el impacto será analizada en esta categoría. Por ejemplo: En la propuesta del MEN “Identifico la utilidad del ADN como herramienta de análisis genético.” será categorizada como C porque en esta acción solo se busca relaciones directas. Y para los temas propuestos por los docentes: “Aprovechamiento de los recursos renovables y no renovables” y “Clasificación de materiales orgánicos e inorgánicos” también harán parte de esta subcategoría C porque no muestran relaciones del impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad y el ambiente.

A continuación, se desarrollará el análisis para cada una de las categorías consideradas.

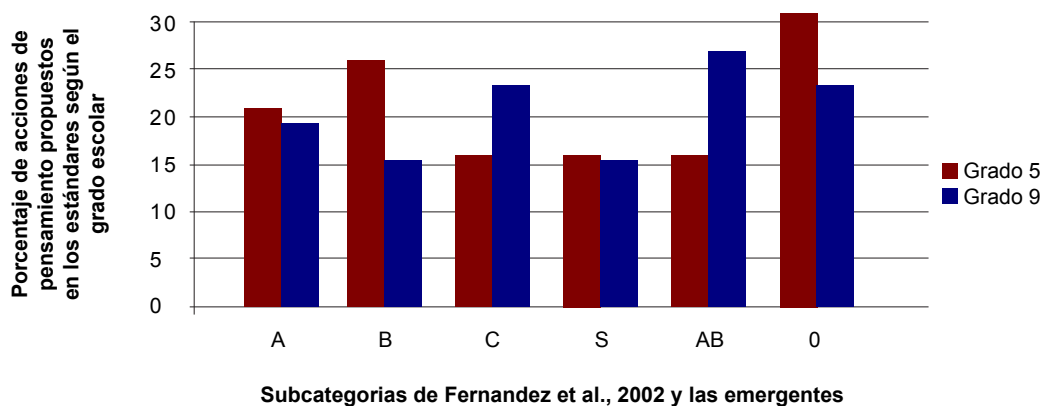
(1) Análisis de los estándares básicos en competencia

Para este punto, se seleccionaron las 20 acciones propuestas por el MEN en la columna de CTS que deben ser desarrolladas desde el grado 1° hasta el grado 5° y las 26 del grado 6° hasta el grado 9° y se clasificaron según las subcategorías propuestas por Fernández et al. (2002) o en las emergentes. El coeficiente de correlación de Pearson para estas dos distribuciones es de 0,59; al aplicarle a la distribución de las categorías de estas afirmaciones el análisis de varianzas el valor es 0,999 para los 20 y 26 grados de libertad, con un nivel de confianza de $1 - \alpha$, donde α es 0,01. Por lo anterior, se puede asegurar que hay una coherencia interna en lo que el Ministerio espera sea desarrollado en los distintos grados escolares en relación con CTS. La Gráfica 1 muestra la distribución de las afirmaciones en las subcategorías propuestas.

Como se puede observar en la Gráfica 1, en la clasificación de las acciones emergieron tres nuevas subcategorías (**D**, **AB** y **S**). La subcategoría **S (salud)** surge porque algunas afirmaciones se enfocaban estrictamente al cuidado del cuerpo sin contemplar el análisis de los

beneficios o perjuicios sociales e individuales, por ejemplo “Establezco relaciones entre deporte y salud física y mental”.

Gráfica 1. Distribución de las acciones de pensamiento de la columna de CTS de los estándares en las subcategorías propuestas



Fuente: Elaboración del autor a partir de los datos de la investigación.

La subcategoría **D (temas disciplinares de física, química o biología)** surge porque algunas afirmaciones corresponden a temas específicos de física o química, es decir, temas que no tienen relación con aspectos de CTS, son puramente disciplinares, por ejemplo, “Verifico que la cocción de alimentos genera cambios físicos y químicos”; y la **AB** es la subcategoría que establece, dentro de una misma afirmación, los aspectos positivos de la ciencia en el desarrollo de las sociedades e indaga por los efectos que ésta puede ocasionar en la sociedad.

Como lo plantea el estudio del National Science Teachers Association (1990) la subcategoría **B** fue una de las más sobresaliente en los estándares para grado 5° pues muestra que para la sociedad en general, y en especial para las políticas educativas, un objetivo es reconocer que la problemática ambiental actual está dada por el uso desmesurado de los recursos o por la falta de conciencia sobre el impacto tecnológico en el ambiente.

Asimismo, se puede observar que en grado 5° la subcategoría **D** es la más alta y en grado 9° mantiene un porcentaje superior frente a otras categorías. Lo anterior muestra que las relaciones CTS están siendo propuestas como una unidad de profundización en temas de física, química o biología, o como la aplicación de conceptos científicos en contextos más cotidianos. Esta última idea se sustenta también con los altos porcentajes de la categoría C en el grado 9° como se puede observar en la misma gráfica.

Por último, la subcategoría **AB** emerge en los estándares como acciones que permitirán desarrollar en los estudiantes y en los maestros un análisis de lo que sucede actualmente en la sociedad, enfocándose no solo en los problemas que ha generado el uso desmesurado o indiscriminado de algunos artefactos o tecnologías, sino en los efectos positivos que han permitido el desarrollo de las sociedades. Es especialmente interesante que ésta es la categoría

más alta en grado 9º pero en quinto mantiene el mismo porcentaje que otras categorías como salud y la de ciencia descontextualizada. Esta subcategoría es la que se espera sea trabajada en los distintos grados, pues desde su enunciación muestra la importancia de reconocer los efectos de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

(2) Categorización de las tres temáticas dadas por los docentes

Para este punto de análisis se estableció una rúbrica para ubicar cada temática en una de las tres subcategorías de Fernández et al. (2002) o en las subcategorías emergentes. La rúbrica utilizada se muestra en el Cuadro 4.

Como se puede observar, el Cuadro 4 muestra la forma como se agrupan las respuestas de los docentes según a la subcategoría que pertenezca. Así, por ejemplo, la subcategoría

Cuadro 4. Combinatorias de las subcategorías de Fernández et al. (2002) y las subcategorías emergentes para los temas dados por los docentes en sus clases de CTS de conformidad con las respuestas dadas en la encuesta

		Subcategoría A	Subcategoría B	Subcategoría C
Posibles tres temas	1 tema	A		
	1 tema		B	
	1 tema			C
Posibles tres temas	2 temas en una subcategoría y el otro tema en otra subcategoría	AAB = AB	BBA = AB	
		AAC = AC		CCA = CA
			BBC = BC	CCB = CB
Posibles tres temas	3 temas en una misma subcategoría	AAA = A	BBB = B	CCC = C
Subcategorías emergentes				
Posibles tres temas	Corresponde a tres temáticas disciplinares de biología, química o física			DD
Posibles tres temas	Corresponde a dos temáticas disciplinares y a un tema relacionado con la ciencia como factor de progreso			Da
Posibles tres temas	Corresponde a dos temáticas disciplinares y a un tema relacionado con la ciencia como responsable del deterioro actual del planeta			Db
Posibles tres temas	Corresponde a procesos para desarrollar el aprendizaje del estudiante y no a temáticas			Rojo
Posibles tres temas	Corresponde a actividades o proyectos que los docentes desarrollaban para sus clases o ferias de la ciencia			Verde
Posibles tres temas	Corresponde a la separación de ciencias, tecnología y sociedad, con su respectiva definición o temática			Naranja

Fuente: Elaboración del autor a partir de los datos de la investigación.

A indica que los tres temas dados por el docente están en la misma subcategoría. De acuerdo con los datos del Cuadro 3, cada tema se ubicó en una de las subcategorías allí contempladas o en las emergentes.

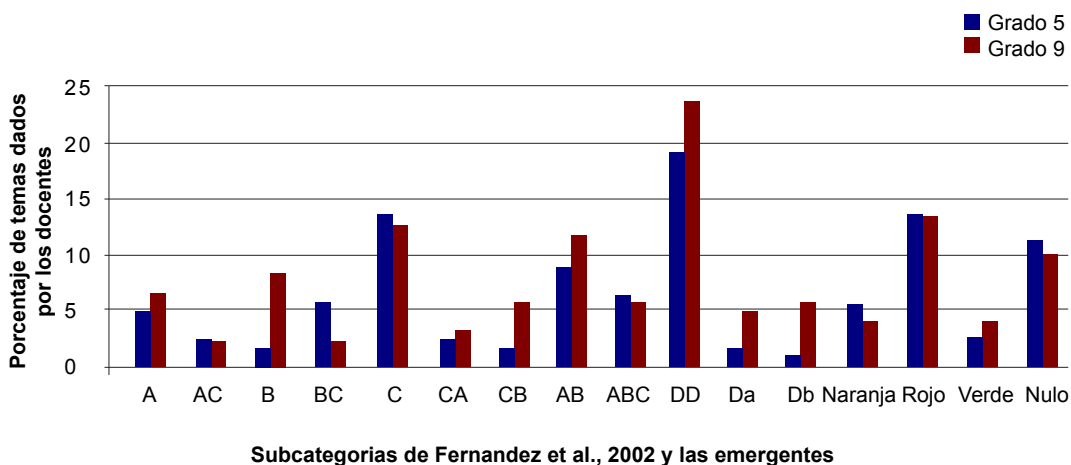
La Gráfica 2 muestra la distribución de los temas propuestos por los docentes en las subcategorías propuestas.

El coeficiente de correlación de Pearson para estas dos distribuciones, eliminando la categoría nulo, es de 0,87; al aplicarle el análisis de varianzas a la distribución de los temas el valor es de 1,063; para 113 (de grado 5º) y 108 (de grado 9º) grados de libertad y con un nivel de confianza de $1 - \alpha$, donde α es 0,01. Por lo anterior, se puede asegurar que las dos poblaciones son un mismo grupo y por tanto, asumir que las diferencias poblacionales en relación con la formación inicial no inciden significativamente en la visión de CTS de los docentes. Asimismo, para confirmar estos análisis estadísticos se aplicó de nuevo la prueba t de students para estas dos poblaciones en la pregunta abierta y el valor “sig” fue de 0,366, es decir, estos valores mantienen la hipótesis de la primera t de student aplicada para las cuatro preguntas de habilidades procedimentales.

En estos análisis vale la pena resaltar que las temáticas propuestas en la subcategoría **DD** no se enfocan en adelantos científicos o en temas que los explican, sino a temáticas sueltas como célula, mezclas o cargas eléctricas. En este mismo sentido, se puede observar que en la subcategoría **C** se ubicó un alto número de temas relacionados con el funcionamiento de artefactos o tecnologías pero que no involucran aspectos relacionados con sus efectos en la sociedad.

En esta categorización también es importante resaltar la subcategoría **AB**, pues muestra que cada temática expuesta expresaba el análisis de los efectos (positivos y negativos) de los adelantos tecnológicos que se conocen hoy día. Muy diferente, es el análisis a la subcategoría **ABC** que muestra como cada temática se desarrolla en el aula de forma descontextualizada, es decir, se enseña solo lo positivo en los adelantos científicos, o solo los efectos negativos de la

Gráfica 2. Distribución de los temas mencionados por los docentes de grado 5º y grado 9º, en la pregunta abierta de la encuesta aplicada, en las subcategorías de Fernández et al. (2002) y en las emergentes



Fuente: Elaboración del autor a partir de los datos de la investigación.

ciencias en los problemas ambientales, o se les muestra los adelantos tecnológicos sin relación alguna con el entorno o la sociedad.

Obsérvese además que las categorías propuestas como colores no se enfocaban a temas específicos que se dieran en la clase sino a otros aspectos que de una u otra forma son puntos interesantes de análisis pero que no se llevaron a cabo en este escrito.

(3) Determinación de la relación entre los porcentajes de la categorización de los estándares con las categorías coincidentes de las temáticas dadas por los maestros.

En un análisis cualitativo es posible encontrar que sí puede establecerse una relación general entre lo que los maestros dan en sus clases de CTS con lo que los Estándares proponen. Con base en lo anterior, inicialmente se puede reconocer una fuerte relación entre las frecuencias de las categorías A, C y D de los temas dados por los docentes entre los dos grados analizados, y en este mismo sentido las categorías C y D son las de mayor frecuencia en estos dos grados. Esta alta relación muestra una visión alejada de lo que se espera sea desarrollado en los estudiantes pues la categoría D muestra a las CTS como una parte de profundización de las áreas que conforman las clases ciencias, y la categoría C muestra que los temas dados se enfocan a la comprensión del funcionamiento de los adelantos tecnológicos, es decir, las CTS no se ven como el espacio para analizar y debatir sobre los efectos de la ciencia y la tecnología en la sociedad y viceversa.

De otra parte, en la búsqueda de relaciones entre los estándares y los temas dados por los docentes, es importante reconocer que la relación sólo se puede hacer por grado, porque de forma global entre los dos grados las frecuencias ya no son muy similares y la incertidumbre aumentaría. En este orden de ideas, al comparar la frecuencia de los temas dados por los docentes en grado quinto con la frecuencia de las acciones de pensamiento propuesta por los estándares se encuentra una fuerte relación entre las frecuencias AB y C, pues en los dos entes analizados está en alrededor de un 8 % para la AB y en un 11% para la C, esto quiere decir que para ambos, la importancia de ahondar en los efectos de la ciencia y la tecnología en la sociedad y viceversa y descubrir cómo funcionan los artefactos mantienen la misma importancia.

De otra parte la categoría B es la más sobresaliente en los estándares pero en los docentes es baja, sin embargo los porcentajes de la categoría BC en los docentes deben unírsele, pues esta categoría contempla dos temas de la categoría B y uno de la C. Al equiparar estas dos categorías de los docentes con la de los estándares ya se puede establecer una baja relación. Esta comparación permite reconocer que aunque para los estándares es importante que los estudiantes identifiquen el efecto negativo de los adelantos científicos en el entorno, los docentes no lo hacen en esa proporción aunque la coincidencia es alta en los temas, que tanto estándares y docentes, abordan para reconocer esta problemática.

Al igual que en grado 5º, en grado 9º la primera relación se encuentra en las frecuencias de la categoría AB y C siendo de las más altas tanto en los estándares como en los temas dados por los maestros. Sin embargo, es importante notar que en este grado otras frecuencias similares están en la categoría D, lo cual muestra que tanto para estándares y docentes las CTS deben ser un campo de profundización de temas de interés o tal vez que demandan más tiempo en las clases de ciencias. Esta relación puede deberse a que tanto en las respuestas de los docentes como en las acciones dadas en los estándares hay un alto porcentaje de temas relacionados con aspectos más complejos de física, química o biología, por lo cual ambas frecuencias convergen.

En términos generales, es interesante reconocer que sí existen relaciones fuertes entre lo que los estándares solicitan y lo que los docentes están dando en sus clases sin embargo, la mirada de las CTS como profundización tal vez no sea la más adecuada para que tanto docentes y estándares promuevan en los estudiantes.

Conclusiones

El análisis de los resultados provenientes de la encuesta aplicada y de la revisión de los estándares en ciencias naturales, específicamente en el campo de CTS así como la búsqueda de sus relaciones permitieron concluir que

- Es importante notar que la subcategoría que aborda tanto los aspectos positivos como negativos de la ciencia y la tecnología en la sociedad (**AB**) fue la más frecuente en los estándares de grado 9°. Esta categoría es la que muestra una visión de CTS más general y que propende por una enseñanza crítica en la medida que no se enfoca en un solo aspecto sino que busca mostrar cuál es el verdadero impacto de la ciencia y la tecnología en el entorno. Sin embargo, en el grado 5° estuvo en el menor porcentaje, al igual que las categorías S o C. Esta subcategoría combinada de **AB** es la más llamativa para iniciar los currículos de CTS, pues en su conjunto abarca las perspectivas de valorar y asumir los efectos que tienen los avances tecnológicos y los artefactos en el desarrollo y estado actual de la sociedad y el ambiente. Y en este sentido, fue importante reconocer que la frecuencia con la que los docentes lo trabajaban no era tan lejana como se presumía antes de llevar a cabo este análisis. Sin embargo, sí es preocupante ver que la frecuencia con la que lo muestran los estándares no es tan alta como sí se proponen en las distintas investigaciones que se han hecho sobre CTS y sobre cómo se deben abordar en los currículos. (MANSOUR, 2010).

- En 5° grado la visión que sobresale en los estándares es la de *Una concepción de la ciencia y la tecnología como responsables de la situación actual de deterioro creciente del planeta*, la cual se relaciona con el tema que tuvo mayor frecuencia en las respuestas de los docentes que se clasificaron como subcategoría B. Los resultados de National Science Teachers Association (1990) y los de Mansour (2010) muestran que los temas de calidad del aire y la polución del mismo, así como el agua como recurso y su calidad, son los temas de interés para los maestros al referirse a clases de CTS, pues encierran las problemáticas que actualmente vive el planeta. En los estándares se promueve la enseñanza de estas temáticas en los cursos más pequeños y van aumentando en profundidad cuando se avanza en los grados escolares. Sin embargo, como lo plantea Fernández et al. (2005) la concepción que prevalece en estos temas es el de la ciencia como responsable del deterioro actual del planeta. De otra parte, a diferencia de grado quinto, en 9° grado es una subcategoría que sobresale y en los estándares es de las más bajas.

- En las temáticas propuestas por los maestros estuvo ausente la subcategoría salud (**S**) la cual sí está presente en la propuesta del MEN, lo cual es importante denotar porque en investigaciones como el National Science Teachers Association (1990) y Mansour (2010) se enfatiza que otro de los temas que tiene mayor aceptación por los docentes frente a su incursión en los currículos son los temas relacionados con Salud, por ejemplo en Egipto es el tercer tópico con mayor importancia para los docentes de ciencias. Esta ausencia se puede explicar porque la salud se enseña como parte de los temas de biología y no se relacionan con las temáticas

de CTS. Es decir, la salud es un tema aparte de la problemática ambiental a diferencia de lo que es la polución o el efecto invernadero. Asimismo, es importante denotar que tanto en los estándares como en la respuesta de los docentes o en las características de la categoría AB, no se ve la ciencia como una construcción social. Los temas generalmente se enfocan a ver cómo la ciencia y la tecnología afecta a la sociedad y no al contrario.

- Tanto en los profesores como en los estándares se asume que parte del currículo de CTS debe enfocarse a la profundización de temas específicos de biología, física o química. En especial para el caso de los estándares los temas que promueven como profundización son los de circuitos y su relación con los artefactos. Mientras que para los docentes los temas en los cuales se debe profundizar son más cercanos a la biología y la química.

- La situación anterior, puede deberse en primera instancia a que varias de las acciones propuestas en los estándares están escritos de tal forma que no abordan directamente las relaciones CTS. Es decir, falta más precisión en proponer que cada una de las temáticas muestre tanto los aspectos positivos como negativos de los adelantos científicos y tecnológicos en la sociedad y en el ambiente. Asimismo, en varias acciones propuestas en los estándares no se enfoca a reflexionar sobre las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, lo cual se refleja en varias de las temáticas que proponen los docentes. Es decir, temáticas superficiales o que se centran en sólo un aspecto de la globalidad de CTS.

- La hipótesis de que la concepción sobre CTS que podían tener los profesores de grado 9° debía ser más cercana a lo esperado por tener formación específica, frente a los docentes de 5° grado, tuvo que ser revaluada al observar las varianzas entre los dos grados; pues las distribuciones en las subcategorías fue muy similar. Sus diferencias estaban en el nivel de profundidad del tema. Es interesante corroborar que la visión de ciencias, y en especial de CTS, en los docentes está fuertemente influenciada por la imagen popular de la ciencia, lo cual influye negativamente la enseñanza de las ciencias. (FERNÁNDEZ et al., 2002).

Referencias

- ACEVEDO, J. A. Educación tecnológica desde una perspectiva CTS. **Alambique: didáctica de las ciencias experimentales**, Barcelona, n. 3, p. 75-84, 1995.
- ACEVEDO, J. A. La tecnología en las relaciones CTS: una aproximación al tema. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 14, n. 1, p. 35-44, 1996.
- ALONSO, S. M.; GIL, D.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J. Concepciones espontáneas de los profesores de ciencias sobre la evaluación. **Revista de Enseñanza de la Física**, Rosario, v. 5, n. 2, p. 18-38, 1992.
- CAJAS, F. Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 19, n. 2, p. 243-254, 2001.
- COLOMBIA. Ministerio de Educación Nacional. **Estándares básicos de competencia en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas**. [Bogotá], 2006.

- FENSHAM, P. J. Approaches to teaching of STS in science education. **International Journal of Science Education**, London, v. 10, n. 4, p. 346-356, 1988.
- FERNÁNDEZ, I. et al. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 20, n. 3, p. 477-488, 2002.
- FERNÁNDEZ, I. et al. ¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos y transmitimos? In: GIL PÉREZ, D. et al. (Ed.). **¿Cómo promover el interés por la cultura científica?: una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años**. Santiago: UNESCO, 2005. p. 29-62.
- GIL PÉREZ, D. et al. A proposal to enrich teachers' perception of the state of the world: first results. **Environmental Education Research**, Abingdon, v. 9, n. 1, p. 67-90, 2003.
- HEWSON, P. W.; HEWSON, M. G. Science teachers' conceptions of teaching: implications for teacher education. **International Journal of Science Education**, Abingdon, v. 9, n. 4, p. 425-440, 1987.
- IRWIN, A. **Citizen science: a study of people, expertise and sustainable development**. London: Routledge, 1995.
- LAVE, J. **Cognition in practice: mind, mathematics and culture in everyday life**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- LAYTON, D. STS in the school curriculum: a movement overtaken by history. In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Ed.). **STS education international perspective of reform**. New York: Teachers College, 1994. p. 32-44.
- LÓPEZ, J. A.; GONZÁLES, M. Lay knowledge and public participation in technological and environmental policy. **Techné**, Paris, v. 2, n. 1, p. 53-73, 1996. Disponible en: <<http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v2n1/cerezo.html>>. Acceso el: 08 ago. 2014.
- MAIZTEGUI, A. et al. Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, n. 28, p. 129-155, 2002.
- MANSOUR, N. Impact of the knowledge and beliefs of Egyptian science teachers in integrating a STS based curriculum: a sociocultural perspective. **Journal of Science Teacher Education**, Dordrecht, v. 21, n. 5, p. 513-534, 2010.
- NATIONAL SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION. The NSTA position statement on science-technology-society (STS). In: _____. **NSTS handbook**. Washington: NSTA, 1990. p. 47-48.
- PORLÁN, R.; MARTÍN DEL POZO, R. The conceptions of in-service and prospective primary school teachers about the teaching and learning of science. **Journal of Science Teacher Education**, Dordrecht, v. 15, n. 1, p. 39-62, 2004.
- SANMARTÍN, J. et al. **Estudios sobre sociedad y tecnología**. Barcelona: Anthropos, 1992.
- SELLEY, N. J. The philosophy of school science. **Interchange**, Dordrecht, v. 20, n. 2, p. 24-32, 1989.
- SOLBES, J. **Les emprems de la ciència**. Alzira: Germania, 2002.
- SOLBES, J.; VILCHES, A. STS interactions and the teaching of physics and chemistry. **Science Education**, Hoboken, v. 81, n. 4, p. 377-386, 1997.

SOLBES, J.; VILCHES, A. Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 22, n. 3, p. 337-348, 2004.

STINNER, A. Science textbooks and science teaching: from logic to evidence. **Science Education**, Hoboken, v. 76, n. 1, p. 1-16, 1992.

WYNNE, B. Knowledges in context. **Science, Technology and Human Values**, Thousand Oaks, v. 16, n. 1, p. 111-121, 1991.

_____. Public understanding of science. In: JASANOFF, S. et al. (Ed.). **Handbook of science and technology studies**. Thousand Oaks: Sage, 1995. p. 61-388.

ZIMAN, J. The rationale of STS: education is in the approach. In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Ed.). **STS education international perspective of reform**. New York: Teachers College, 1994. p. 32-44.