



Ciencia-tecnología-sociedad: ¿Qué estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias?

Science-technology-society: What are we doing in science education?

Roseline Beatriz Strieder
*Instituto de Física,
Universidade de Brasília, Brasil*
roseline@unb.br

Beatriz Bravo Torija
*Departamento de Didácticas Específicas, Facultad
de Formación de Profesorado y Educación,
Universidad Autónoma de Madrid, España.*
beatriz.bravo@uam.es

Maria José Gil Quilez
*Grupo Beagle (IUCA), Departamento de Didáctica
de las Ciencias Experimentales, Facultad de
Educación, Universidad de Zaragoza, España.*
quilez@unizar.es

RESUMEN • Este trabajo tiene como objetivo reflexionar sobre cómo se aborda la ciencia-tecnología-sociedad (CTS) en la investigación en Didáctica de Ciencias en un contexto iberoamericano. Con la intención de considerar distintas realidades se analizan los artículos publicados en revistas del área de Brasil y España, identificando qué parámetros de CTS son los relevantes en dichas publicaciones. Aunque en Brasil se observa una mayor preocupación por el desarrollo tecnológico, en ambos países se plantean los problemas de CTS centrándose principalmente en presentar el conocimiento científico al alumnado, tratando las implicaciones sociales de forma poco crítica y superficial. Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de introducir en las aulas la consideración de los propósitos del desarrollo científico-tecnológico y sus consecuencias sociales.

PALABRAS CLAVE: ciencia-tecnología-sociedad; educación científica; formación ciudadana.

ABSTRACT • This work has the aim to reflect on how science-technology-society (STS) is addressed in science education research in an Ibero-American context. In order to consider the different realities, papers published in Science Education journals, both in Brazil and Spain, are analysed, identifying which parameters of STS are relevant in these publications. Although more concern about technological development is observed in Brazil, in both countries STS problems focus on present the scientific knowledge to the students instead of considering their societal implications. These results highlight the need to introduce in the classroom the consideration of the purposes of scientific and technological development and their social consequences.

KEYWORDS: science-technology-society; science education; citizen education.

Recepción: octubre 2016 • Aceptación: mayo 2017 • Publicación: noviembre 2017

Strieder, R. B., Bravo Torija, B., Gil Quilez, M. J., (2017) Ciencia-tecnología-sociedad: ¿Qué estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 35.3, pp. 29-49

INTRODUCCIÓN

Las transformaciones científico-tecnológicas a las que se enfrenta la sociedad exigen repensar los fines de la educación científica actual. En este escenario, autores como Santos y Mortimer (2009), Solbes, Ruiz y Furió (2010) o Levinson (2010) señalan la necesidad de superar la enseñanza dogmática de las ciencias, para formar a ciudadanos capaces de comprender las relaciones ciencia-tecnología-sociedad (CTS) y tomar decisiones fundamentadas sobre las consecuencias de las actuaciones del ser humano en el medio. Para conseguirlo, se hace imprescindible reflexionar sobre qué es lo que se ha trabajado en la educación científica en cuanto a CTS, y cómo se ha abordado desde la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE). En especial, en lo relacionado con el desarrollo de prácticas escolares que contribuyan a alcanzar los propósitos de la educación CTS.

Trabajos previos han analizado la producción académica en CTS, pudiéndose agrupar en tres bloques en función de sus objetivos de investigación:

- a) Trabajos que estudian la evolución de la educación en CTS en términos cuantitativos, líneas temáticas, referencias más utilizadas o autores con mayor producción, entre ellos Cachapuz *et al.* (2008) y Chrispino *et al.* (2013).
- b) Trabajos que abordan las semejanzas y diferencias entre la CTS y otras perspectivas como las cuestiones sociocientíficas (Zeidler *et al.*, 2005), la enseñanza en contexto (Benett *et al.*, 2007) o la pedagogía de Paulo Freire (Auler *et al.*, 2009).
- c) Trabajos que hacen referencia a cómo se ha introducido la CTS en los currículos escolares (Jenkins, 2009; Aikenhead, 2003; Acevedo-Díaz *et al.*, 2003; López Cerezo, 1998) y cuáles han sido sus propósitos y propuestas implícitos (Pedretti y Nazir, 2011).

No se han encontrado publicaciones donde se discuta cómo son articuladas y abordadas las relaciones CTS en el ámbito de la educación científica, considerando qué elementos de la triada son los más trabajados y con qué profundidad. Es decir, si dichos trabajos simplemente buscan informar a los estudiantes de que existe una relación entre la sociedad y el desarrollo científico-tecnológico (en adelante C&T), o si hay una preocupación real por que los estudiantes se impliquen en la toma de decisiones acerca del rumbo que esté tomando este desarrollo, proporcionándoles herramientas que les capaciten para ello. Consideramos que este tipo de reflexiones son importantes para comprender qué dimensiones están siendo destacadas en los estudios CTS actuales e identificar qué desafíos se plantean en el futuro. Por ello, nos centramos en el análisis de las publicaciones sobre CTS que aparecen en revistas relevantes del área de DCE, con objetivo de identificar qué parámetros y dimensiones de la CTS se abordan en ellas.

Para el análisis, se optó por seleccionar las producciones de un país latinoamericano y otro ibérico (Brasil y España) porque, a pesar de sus distintas realidades, consideran relevante introducir la educación CTS en la enseñanza de las ciencias y presentan líneas de investigación consolidadas en dicha área (Caamaño *et al.*, 2016). El periodo de tiempo escogido para realizar la revisión es de 2010 a 2015. Consideramos como punto de inicio el 2010, dado que es el año de creación de la Asociación Iberoamericana en CTS (AIA-CTS). Esta asociación es un marco importante dado que su propósito es unir y apoyar a los educadores e investigadores de países iberoamericanos, interesados en divulgar y promover la educación CTS, siendo una de sus acciones la realización de simposios bianuales conocidos como Simposio Iberoamericano CTS. Aunque hay eventos sobre CTS importantes anteriores a esta fecha, como los Seminarios CTS, la creación de la asociación, y la realización de estos seminarios en Europa y América Latina, son hechos que indican que se trata de una línea de investigación relevante para la comunidad de DCE. Como límite seleccionamos el 2015 por dos razones, la primera, es el año que antecede a nuestro estudio, y la segunda es que, aunque hay investigaciones como las seña-

ladas anteriormente que analizan la situación de la educación CTS hasta 2013, no hemos encontrado ningún trabajo que haya realizado una revisión de cómo se encuentra en el momento actual.

Para completar el análisis, se tiene en cuenta el tipo de estudio, distinguiendo, por ejemplo, entre teórico o de aula, dado que nos interesa conocer cómo se forman los alumnos, futuros ciudadanos, para enfrentarse a problemas en los que interaccionen los tres elementos de la triada CTS, identificando qué son capaces de hacer y qué dificultades encuentran. Si los trabajos encontrados únicamente son propuestas o revisiones teóricas, será difícil determinar si las ideas que estos exponen están llegando, o no, a la realidad del aula. También se considera el nivel educativo, dado que es relevante conocer a qué público se dirigen estos estudios. Por poner un ejemplo, la formación docente es fundamental para que cualquier innovación educativa sea introducida en el aula, por tanto, consideramos de interés examinar si hay estudios dirigidos a este sector, o por el contrario es un aspecto al que tendríamos que atender desde nuestra comunidad.

MARCO TEÓRICO

Para esta investigación, consideramos necesario recuperar, brevemente, el desarrollo histórico de la educación CTS, y cómo aparece representado en los currículos de educación de Brasil y España, dado que ha podido influir en los enfoques educativos de ambos países, además de explicitar qué entendemos por educación CTS, ya que se le han atribuido multitud de significados.

Las discusiones sobre CTS se inician a mediados del siglo xx, tanto en Norteamérica y Europa (González-García *et al.*, 1996; Aikenhead, 2003), como en América Latina (Vacarezza, 1998). De entre sus reivindicaciones, estaba, en el caso de las dos primeras, la búsqueda de una mayor participación de la sociedad en el rumbo del desarrollo C&T (González-García *et al.*, 1996), y, en el caso latinoamericano, la búsqueda de un proyecto de política científica y tecnológica claro y coherente con su realidad (Dagnino *et al.*, 2003).

El movimiento social que surgió en América del Norte y Europa repercutió también en el ámbito educativo, y pasó a ser defendido con énfasis y perspectivas diferentes (González-García *et al.*, 1996; Aikenhead, 2003). En concreto, en España, los primeros trabajos sobre educación en CTS se inician en la década de los ochenta, por ejemplo, Solbes y Vilches (1989a, 1989b), o la tesis defendida por Vilches en 1993 (Membiela, 1997). Además, al inicio de los noventa aparece en el currículo de bachillerato una asignatura optativa denominada Ciencia, Tecnología y Sociedad. Esta asignatura incidía en la necesidad de formar a ciudadanos capaces de reflexionar críticamente sobre la relación entre ciencia, tecnología y sociedad (Acevedo-Díaz, 1997; López-Cerezo, 1998), preparándolos para las demandas del siglo xxi (De Pro-Bueno, 2006). El currículo actual (Real Decreto 1105/2014) sigue ofreciendo oportunidades para abordar las relaciones CTS, incluso presenta un mayor número de temáticas que los planes de estudios anteriores; sin embargo, no hace ninguna referencia explícita al término (Vázquez-Alonso y Manassero, 2016).

En Brasil, de acuerdo con Santos (2008), los noventa son reconocidos como punto de partida de las primeras investigaciones que consideraban la perspectiva CTS en la educación científica, por ejemplo, Santos (1992) y Trivelato (1993). Coincidiendo con este inicio, se promulga la Ley de Directrices y Bases de la Educación (Ley 9394/1996), vigente en la actualidad, y se realizan una serie de documentos orientadores. Dichos documentos incluyen una propuesta curricular que apunta a la importancia de las interrelaciones CTS y a su necesidad de introducir las en las aulas, aunque presenta multitud de lagunas y ambigüedades (Pinheiro *et al.*, 2005).

Con respecto al significado de la educación CTS, desde su origen se ha reconocido que no existe una comprensión única (Aikenhead, 2003; Martins, 2015). Por ejemplo, Santos y Mortimer (2001), al explicitar lo que entienden por educación CTS, destacan la importancia de una alfabetización cien-

tífica y tecnológica para la toma de decisiones responsables en asuntos controvertidos relacionados con la ciencia y la tecnología. Auler y Delizoicov (2015) asocian CTS a la formación de sujetos autónomos y aptos para problematizar cuestiones relacionadas con las agendas de investigación en ciencia y tecnología hegemónicas en América Latina. Manassero *et al.* (2002) destacan la necesidad de promover una imagen más real de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Mientras que Vilches *et al.* (2011) conectan la CTS con el desarrollo de una educación para un futuro sostenible, enfatizando la importancia de formar a una ciudadanía consciente de los problemas del planeta, preparándola para adoptar medidas para superarlos.

A pesar de esta diversidad de definiciones, todas comparten un núcleo común, relacionando la búsqueda de sentido para la ciencia trabajada en la escuela con la necesidad de comprender la conexión entre esta y la sociedad que rodea al alumnado, considerando cómo influye en su entorno. De esta forma, la educación CTS debe entenderse como un movimiento amplio, de propósitos diversos, asociados a la organización curricular, la creación de estrategias y recursos, la formación de profesores y la intervención en las políticas de educación públicas (Martins, 2015). Desde nuestro punto de vista, esa diversidad de propósitos se asocia al origen de esas discusiones en el ámbito educativo, que no solo se basan en las ideas del movimiento CTS, sino también en aspectos de la educación científica de cada país, como la desmotivación de los alumnos o las dificultades para aprender ciencias (Aikenhead, 2003).

Por otro lado, han surgido nuevas perspectivas que se han ido incorporando a la CTS, como las cuestiones sociocientíficas (CSC), que mientras algunos autores las consideran como un movimiento que busca enfatizar la dimensión moral de las cuestiones controvertidas (Silva y Santos, 2014; Zeidler *et al.*, 2005), otros se refieren a ellas como una modalidad dentro de la educación CTS (Lima y Martins, 2013; Levinson, 2006; Solomon, 1994).

En este universo de posibilidades, esclarecemos que esta investigación está enmarcada en la propuesta de Strieder (2012), quien establece una articulación entre los tres elementos de la triada CTS, vinculando discusiones externas a la educación científica con las prácticas escolares. Dicha propuesta considera que la educación CTS debe abarcar la problematización de tres parámetros, Racionalidad Científica, Desarrollo Tecnológico y Participación Social, dado que es necesario que los alumnos tengan una perspectiva de la ciencia y la tecnología que vaya más allá de la visión ingenua de estas, como solucionadoras de los problemas de la humanidad, hacia una que las reconozca como productos de una construcción social, con propósitos determinados por el contexto en el que se desarrollan, considerando que, como producciones humanas que son, presentan sus incertezas y limitaciones. Unido a lo anterior, los alumnos deben ser conscientes del papel que juegan en el progreso científico-tecnológico, dado que han de tomar decisiones que guíen su rumbo.

Esta perspectiva es la que consideramos la más crítica, ya que reconoce la necesidad de discutir los problemas científico-tecnológicos realizando una lectura de dicha realidad marcada por desequilibrios sociales, políticos, éticos, culturales y ambientales. Lo que requiere del alumnado, no solo tener un conocimiento científico sobre el problema, sino también adquirir competencias para tomar decisiones argumentadas sobre ellos. O sea, entendemos que en educación CTS, más que considerar los tres parámetros CTS y sus interrelaciones, es preciso tratarlos desde un punto de vista que requiera la consideración de los fines de la ciencia y la implicación de los ciudadanos en su desarrollo.

OBJETIVO

Identificar qué parámetros y dimensiones son consideradas como más relevantes en las investigaciones que abordan las relaciones CTS –tomando como base la propuesta de Strieder (2012)– a partir del análisis de los artículos publicados en revistas españolas y brasileñas de DCE.

METODOLOGÍA

Para alcanzar el objetivo propuesto se realizó una revisión de los artículos sobre CTS de las revistas de DCE consideradas como más representativas en ambos países: *Ciência & Educação*, *Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, *Ciência & Ensino*, *Enseñanza de las Ciencias*, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, *Revista Eureka*, *Alambique*, *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. Para seleccionar los artículos, se procedió a la lectura de los títulos, resúmenes y palabras clave de los trabajos publicados en estas revistas, por autores brasileños y españoles, dentro del periodo 2010-2015. Se escogieron aquellos en los que aparecían los términos *ciencia-tecnología-sociedad*, *sociocientífica* o *cuestiones sociocientíficas*, y sus siglas (en portugués, español o inglés). En total se encontraron 57 trabajos cuya distribución se muestra en la tabla 1.

Tabla 1.
Artículos seleccionados por país y año

<i>País</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>	<i>Total</i>
Brasil	6	4	10	6	7	8	41
España	3	0	4	3	3	3	16
Total	9	4	14	9	10	11	57

Los artículos se identificaron con números (artículo 1, artículo 2,... artículo 57) (véase anexo), se leyeron íntegramente y se analizaron mediante el análisis textual discursivo (ATD) (Moraes y Galiuzzi, 2007). Dicho análisis corresponde a un estudio de datos de naturaleza cualitativa, desarrollado con la finalidad de generar nuevas comprensiones sobre los fenómenos o discursos investigados. De acuerdo con el ATD, se distinguen tres etapas de análisis que implican: 1) deconstrucción de los materiales textuales con objeto de identificar y destacar los enunciados de interés, 2) agrupación de esos enunciados en grupos que abarcan elementos en común para la formación de nuevas estructuras de comprensión de los fenómenos investigados y 3) descripción e interpretación de los resultados y producción de metatextos.

Parámetros de análisis y sus dimensiones

Este análisis se orientó en función de los tres parámetros definidos por Strieder (2012): racionalidad científica, desarrollo tecnológico y participación social, dado que consideran la articulación entre CTS y el contexto educativo, y permiten reflexiones con énfasis en las prácticas escolares.

El primer parámetro, *racionalidad científica*, reconoce la necesidad de considerar la existencia de una ciencia que no solo se caracteriza por los principios lógicos y empíricos que implican certezas y progresos, sino que también reconoce sus limitaciones. El segundo, *desarrollo tecnológico*, resalta la importancia de problematizar sobre el modelo de desarrollo tecnológico hegemónico, centrado en generar lucro económico y no en satisfacer las necesidades de la población.

Finalmente, la *participación social* destaca la relevancia de involucrar a la sociedad en las cuestiones CTS, en especial en el ámbito de las políticas públicas relacionadas con la ciencia y la tecnología; tanto en lo que se refiere a la definición de objetivos y medios, como en su implementación. Cada parámetro abarca cinco dimensiones, como muestra la figura 1.

PARÁMETROS CTS		
Racionalidad Científica	Desarrollo Tecnológico	Participación Social
(R1) Presencia de la ciencia en la sociedad	(D1) Cuestiones técnicas	(P1) Informaciones
(R2) Beneficios y prejuicios de la ciencia	(D2) Producción y uso de la tecnología	(P2) Decisiones individuales
(R3) Ciencia como construcción humana	(D3) Especificidades y transformaciones sociales	(P3) Decisiones colectivas
(R4) Investigaciones y sus productos	(D4) Propósitos de las producciones	(P4) Mecanismos de presión social
(R5) Insuficiencias de la ciencia	(D5) Adecuaciones sociales	(P5) Esferas políticas

Fig. 1. Dimensiones de análisis adaptadas de Strieder (2012).

Estas dimensiones fueron construidas tomando como referencia los estudios realizados en el ámbito de la filosofía y la sociología de la ciencia y de la tecnología, y estudios sobre CTS del área de DCE. Cada una de ellas se caracteriza por ser más crítica que la dimensión anterior. Para entender la construcción de estas dimensiones, mostramos como ejemplo las que se incluyen dentro del parámetro racionalidad científica. El nivel menos crítico corresponde a la dimensión R1 (presencia de la ciencia en la sociedad) y, en esta dimensión, el conocimiento científico es asumido como el medio principal o más completo para comprender la cuestión que se aborda. Esta perspectiva se aproxima a las visiones de la ciencia propuestas por Francis Bacon, Karl Popper y los seguidores del Círculo de Viena, ya que entienden que el conocimiento científico es suficiente para comprender y resolver los problemas de la realidad (Fourez, 1995). Las dimensiones intermediarias (R2, R3 y R4) implican cuestionar los antecedentes e implicaciones sociales de la ciencia y la tecnología, contribuyendo a la comprensión de realizar un uso responsable de los recursos y los aparatos tecnológicos. Estas dimensiones se fundamentan en estudios como los de Thomas Kuhn, Bruno Latour y Pierre Bourdieu, quienes destacan que las teorías científicas son construcciones históricas y provisorias, que son influenciadas por los contextos sociales (Shinn y Ragouet, 2008). Mientras que R5 (insuficiencia de la ciencia) es la dimensión más crítica, ya que reconocer que tener un conocimiento sobre la cuestión que se vaya a tratar no es suficiente para comprender el funcionamiento del mundo actual, plagado de riesgos e incertezas. Esta perspectiva se fundamenta en estudios como los de Ulrich Beck (2010) y Hugh Lacey (2010), quienes, con distintos puntos de vista, discuten la relevancia de reconocer las limitaciones de la racionalidad científica y la necesidad de una mayor participación de la sociedad en las decisiones científicas. Estos parámetros y dimensiones no son excluyentes entre sí, es decir, en un mismo artículo se pueden encontrar relacionados distintos parámetros a la vez, y que estos estén abordados en distintas dimensiones.

Para completar el análisis, también se examinaron los trabajos recogidos en función del tipo de estudio, distinguiendo entre revisiones teóricas, propuestas didácticas, estudios de aula y estudios de actitudes y creencias, y el nivel educativo en el que se realizan. Respecto a este último, debido a las diferencias entre países, optamos por distinguir entre cuatro categorías: *a*) educación básica obligatoria y no obligatoria (incluye los trabajos dirigidos a estudiantes desde educación primaria hasta bachillerato en España y desde *ensino fundamental* hasta *ensino médio* en Brasil), *b*) formación inicial de profesorado, *c*) docentes en activo y *d*) otros contextos (que engloba trabajos que no explicitan nivel educativo, de formación profesional o realizados en contextos no formales).

RESULTADOS

Con respecto a qué parámetros de CTS aborda cada artículo, y cuántos combinan, encontramos que 22 trabajos llegan a articular los tres, 23 relacionan dos, y solo 10 consideran un único parámetro, siendo el desarrollo tecnológico el minoritario (figura 2a). Los que aparecen con mayor asiduidad son los de racionalidad científica (presente en 45 artículos) y participación social (presente en 51) y la relación entre ambos (figura 2a).

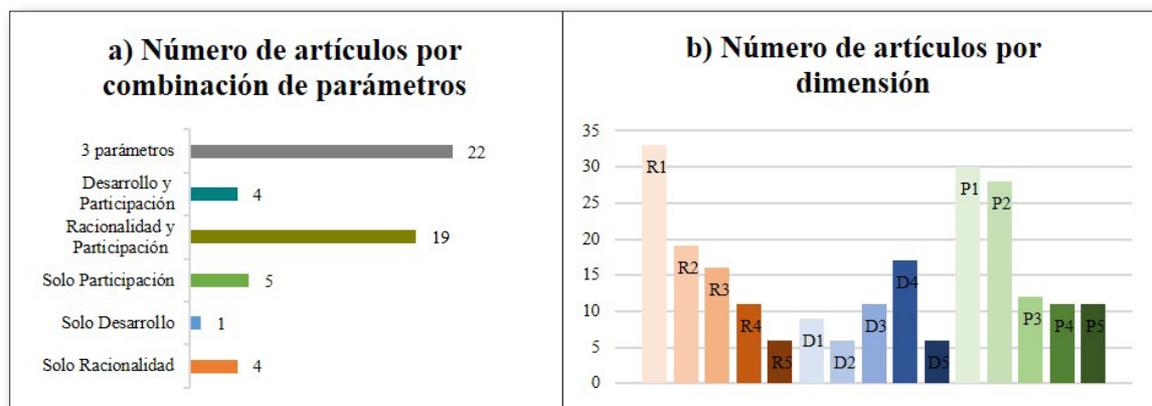


Fig. 2. Resultados generales: número de artículos por (a) parámetros y sus combinaciones y (b) dimensiones.

Estos resultados parecen indicar que involucrar a los alumnos en problemas relacionados con el desarrollo científico-tecnológico es una preocupación central en la educación CTS. Sin embargo, como se ha discutido previamente, existen distintas dimensiones en las que se puede trabajar cada parámetro, desde aquellas en las que únicamente se presenta la información al alumnado, a aquellas en las que se le implica en la toma de decisiones individuales y colectivas (figura 2b). Consideramos de relevancia conocer en qué dimensión, o dimensiones, se aborda cada parámetro, examinando cuáles se tratan con mayor o menor frecuencia. Completamos el trabajo discutiendo el nivel educativo al que se dirige cada investigación, el tipo de estudio realizado, y las diferencias y semejanzas encontradas entre Brasil y España.

Racionalidad científica

En los trabajos clasificados dentro de racionalidad científica (figura 2b) predominan las discusiones asociadas a la presencia de la ciencia en el mundo (R1). Estas se centran en el reconocimiento del conocimiento científico para comprender el mundo, destacando la importancia de conocer los conceptos

y los procesos de la ciencia para tomar decisiones sobre problemas relacionados con ella. Por ejemplo, hay trabajos que analizan cómo abordan los libros de texto de Biología y Geología de secundaria la temática de las enfermedades infecciosas, enfatizando los conocimientos científicos en detrimento de cuestiones controvertidas como las relacionadas con la epidemia de la gripe A o el uso inadecuado de las vacunas (artículo 4). En otros, se destaca la necesidad de una adecuada comprensión de los conocimientos sobre nutrición para su aplicación en situaciones cotidianas relacionadas con la alimentación y la vida saludable, sin abordar cuestiones como la limitación de la ciencia para asegurar una alimentación básica a toda la población mundial (artículo 18).

Las discusiones sobre beneficios y prejuicios de los productos de la ciencia (R2) están presentes en 19 artículos. En esta dimensión, el foco pasa de la comprensión de los conceptos y procesos científicos a las implicaciones de la ciencia para la sociedad. Por ejemplo, se examina cómo se trata el tema de la energía en los libros de texto de secundaria, en especial las cuestiones relacionadas con los pros y contras de los procesos de producción de energía (artículo 7). En otros casos, se analiza la implementación de una propuesta CTS, con alumnos de 9 y 10 años, que persigue que los estudiantes reconozcan que la ciencia no es un cuento de hadas, sino que tiene impactos negativos (artículo 36).

La dimensión vinculada con la ciencia como construcción humana (R3) aparece en 16 artículos, y se relaciona con discusiones sobre la naturaleza de la ciencia. A diferencia de las anteriores, se incide en la importancia de cuestionar la existencia de una ciencia que busca la verdad absoluta y universal, reconociéndola como una construcción histórica y provisional, revisada en función de los contextos sociales. Por ejemplo, al analizar cómo interpretan los alumnos situaciones de desacuerdos entre científicos, como la introducción de los osos en los pirineos, estos cuestionan la existencia de un método científico infalible, reconociendo que hay factores que influyen en las decisiones de los científicos (artículo 3). En otro, se analiza cómo aparece la educación CTS en las *Directrices Curriculares de Física* en el estado de Paraná/Brasil, encontrando que dichos documentos reconocen la importancia que tiene la historia, filosofía y sociología de la ciencia para una comprensión más crítica de los procesos de construcción del conocimiento científico (artículo 16).

Las investigaciones científicas y sus productos (R4) son abordados en 11 trabajos. Esta dimensión se centra en cuestionar la racionalidad científica en sí misma. Al discutir investigaciones en curso se cuestionan los rumbos que toman, los razonamientos utilizados para investigar un problema concreto o el uso de determinadas metodologías. Por ejemplo, se presentan propuestas que pueden desarrollarse en un aula de secundaria con el fin de cuestionar los discursos y los intereses de la ciencia. En concreto, se propone abordar la discusión sobre el papel de los combustibles fósiles en el cambio climático o la investigación con glifosato (artículo 6). Otro ejemplo sería el de la revisión teórica en la que se analizan los riesgos inherentes al desarrollo C&T actual, abogando por una combinación de los aspectos reguladores en la práctica científica con el fin de contemplar las situaciones de riesgo (artículo 40).

Solo seis artículos se sitúan en la dimensión que reconoce una imagen limitada de la ciencia que no llega a ser suficiente para resolver todos los problemas del mundo (R5). Como el análisis de las opiniones de alumnos de química sobre el tema «Calentamiento global y efecto estufa» donde se destaca que las soluciones para este problema, de naturaleza compleja, no son posibles a partir de una ciencia cartesiana, y que otras racionalidades son necesarias (artículo 25). Otro ejemplo es el análisis sobre qué entiende un grupo de futuros profesores de física por cambio climático, donde se discute la complejidad intrínseca de estos problemas, que, en opinión de los autores, siempre son mayores que las representaciones que se hacen de ellos (artículo 48).

Si nos fijamos en el tipo de estudio que aparece en cada dimensión (figura 3), encontramos que predominan los estudios de aula (19), seguidos de los de propuestas y recursos (12). En relación con los estudios de aula, la mayoría se sitúan en los niveles menos críticos de racionalidad, es decir, únicamente abordan conocimientos científicos relacionados con un determinado tema CTS (R1) o discuten

los puntos positivos y negativos de la ciencia (R2). Esta pauta también se observa en los trabajos de propuestas y recursos y en los de actitudes y creencias. Sin embargo, cambia en los de revisión, donde predomina la dimensión de la ciencia como construcción humana (R3). El número de artículos que discuten las relaciones entre las investigaciones y sus productos (R4) y las insuficiencias de la ciencia (R5) es muy similar a los que abordan las dimensiones R1 y R2.

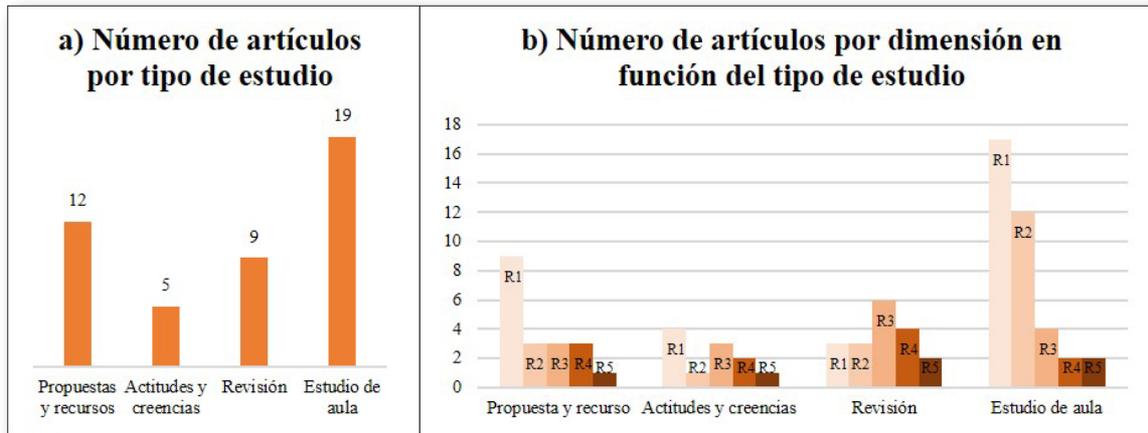


Fig. 3. Resultados del análisis de las dimensiones de racionalidad en función del tipo de estudio.

La educación básica es el nivel educativo donde se encuentra un mayor número de trabajos situados en las dimensiones menos críticas (R1 y R2), es decir, principalmente abordan el conocimiento científico de un problema CTS o sus beneficios y prejuicios (figura 4). En concreto, de un total de 21 estudios, 19 se sitúan en R1, y 11 en R2. Solo uno apunta limitaciones de la ciencia (R5). Un resultado similar se observa en los trabajos con docentes en activo, todo ellos situados en R1. En los estudios de formación de profesorado, se observa una pauta ligeramente distinta, al menos dos trabajos enfatizan la ciencia como construcción social (R3) y uno discute sus limitaciones (R5). Los trabajos que no especifican el nivel educativo presentan una distribución más lineal, apareciendo entre cuatro y cinco en cada dimensión.

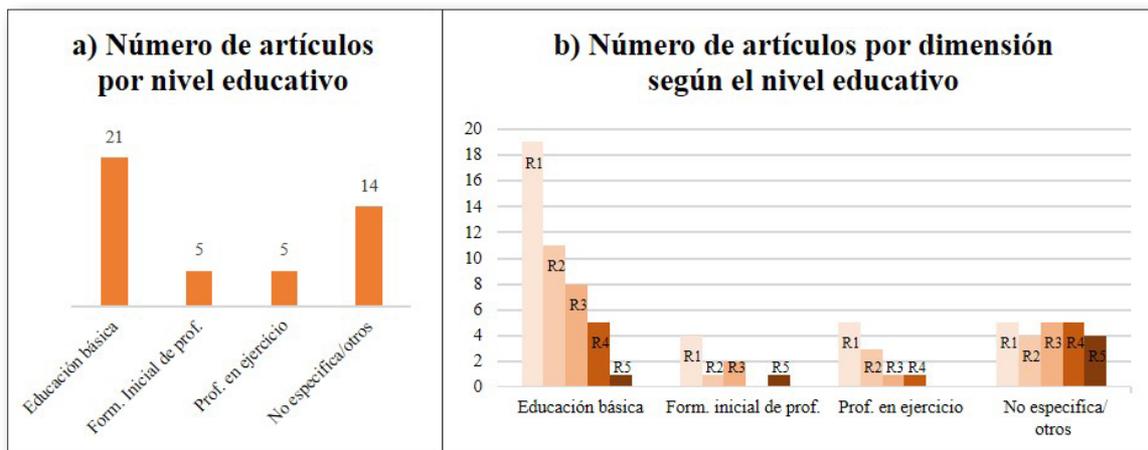


Fig. 4. Resultados del análisis de las dimensiones de racionalidad en función de nivel educativo.

La distribución de los trabajos en función del país (figura 5) apunta a que en ambos predominan los estudios centrados en la contextualización del conocimiento científico (R1), frente a los que abordan cuestiones relacionadas con las investigaciones actuales o las incertezas de la ciencia (R4 y R5). Destaca el hecho de que en España no hay trabajos situados en R5, lo que podría asociarse a que el tipo de estudio predominante es el de aula.

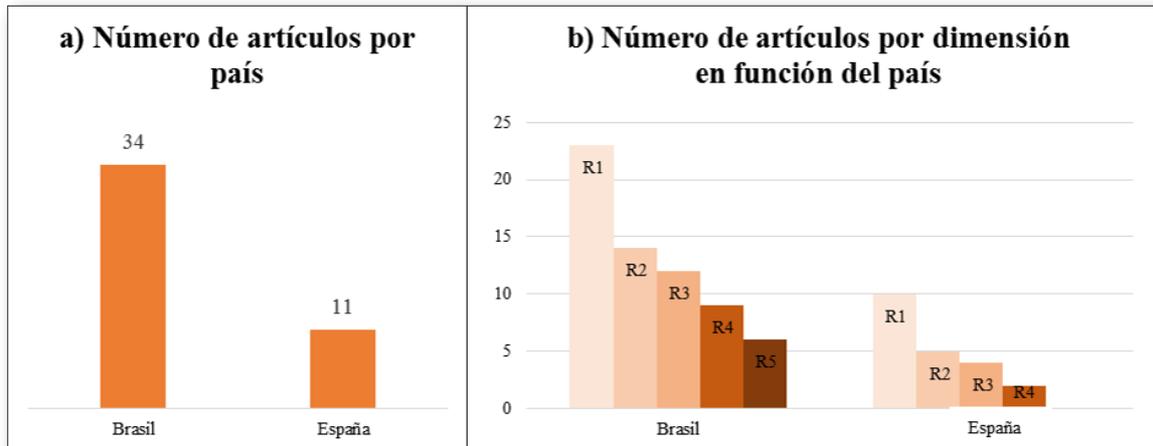


Fig. 5. Resultados del análisis de las dimensiones de racionalidad en función del país.

Desarrollo tecnológico

Se identificaron 27 artículos (figura 2b) que abordan problemas relacionados con el desarrollo tecnológico. En nueve se discuten cuestiones asociadas al funcionamiento de los aparatos tecnológicos (D1). En ellos, se presenta el desarrollo tecnológico como una herramienta presente en la sociedad, exenta de juicios de valor. Un ejemplo sería el análisis de la implementación de una propuesta realizada con alumnos de secundaria en la que investigan el funcionamiento de distintos aparatos electrónicos (radio, televisión, horno, etc.) (artículo 4). Otro ejemplo es un estudio donde los participantes investigaban cómo es el proceso de producción del helado, sus pasos y la maquinaria utilizada (artículo 46).

Los aspectos relacionados con la producción de un determinado dispositivo tecnológico (D2) aparecen en seis trabajos. En esta dimensión, las discusiones todavía se centran en los productos del desarrollo tecnológico, manteniendo una visión más funcional que social respecto a la tecnología. Sin embargo, a diferencia del anterior, se reconoce que para que un producto esté a disposición de la sociedad los recursos humanos son necesarios. Estas ideas están presentes en la discusión con alumnado de química acerca de la producción de *Cachaça*, abordándose cuestiones relacionadas con su proceso de producción, los materiales necesarios y su procedencia (artículo 26). Así mismo, ideas relacionadas con la producción de un dispositivo o producto tecnológico aparecen en el análisis del tipo de argumentos proporcionado por el alumnado al discutir sobre la privatización de una empresa de energía, considerando «quién» es el productor de la energía, qué empresa es la responsable y dónde se encuentra situada (artículo 31).

El proceso de producción de un determinado aparato y las transformaciones sociales que conlleva su introducción en la sociedad (D3) se han identificado en 11 trabajos. A partir de D3, se produce una ruptura en el modelo lineal de desarrollo, la tecnología deja de verse únicamente como una aplicación directa de los conocimientos científicos, considerando su implicación en los cambios de conducta de una sociedad determinada. Esta dimensión está presente en trabajos como el que analiza documentales que pueden ser utilizados para debatir sobre los cambios de valores y comportamientos desde el inicio

del siglo XXI en función de los avances tecnológicos producidos (artículo 23), o el estudio de aula en el que se discute los cambios sociales producidos por la instalación de una planta de biodiesel en una determinada población, introduciendo un análisis de sus implicaciones (artículo 35).

Discusiones sobre qué guía un determinado desarrollo tecnológico u otro (D4) se presentan en 17 trabajos. En esta dimensión, se rechaza la existencia de un desarrollo tecnológico neutro, defendiendo que este es una estructura cultural que encarna los valores de una sociedad. A partir de esta dimensión, se reconoce la importancia de cuestionar lo que hay detrás de las fuerzas políticas y sociales que impulsan el desarrollo tecnológico actual. En esta dimensión se encuentra el artículo 12, que analiza la comprensión sobre la naturaleza de la tecnología, enfatizando la existencia de intereses que impulsan su desarrollo. Esta idea también aparece en el artículo 53, donde se reflexiona sobre la implementación de una propuesta sobre el uso que se hace de la energía, resaltando la necesidad de problematizar sobre el modelo de desarrollo permanente.

La dimensión que hace referencia a las adecuaciones sociales (D5) aparece en seis trabajos. En todos ellos se tiene en cuenta la necesidad de considerar dichas adecuaciones en el desarrollo de un determinado producto tecnológico, dado que no toda la tecnología se traduce en bienestar social. Asociado a esto, se defiende un modelo de desarrollo basado en elementos culturales, humanos y regionales, capaz de adecuarse a una sociedad democrática. Es el caso del artículo 37, donde se muestran las producciones de un grupo de investigación, resaltando la necesidad de discutir y explicitar las especificidades socioculturales y socioeconómicas de cada región con objeto de contribuir a una comprensión más crítica del desarrollo C&T. Esta dimensión también está presente en el artículo 46, que analiza la educación CTS y los estudios del pensamiento latinoamericano en CTS (PLACTS), estableciendo relaciones entre ellos.

Al analizar el tipo de estudio que aborda cada dimensión (figura 6) encontramos que el desarrollo tecnológico aparece principalmente en estudios de aula y trabajos de revisión. En los primeros, predomina un enfoque menos crítico, centrándose en aspectos relacionados con el funcionamiento (D1) y uso (D2) de productos tecnológicos. Esta pauta cambia en los trabajos de revisión, enfocados a cuestiones relacionadas con las transformaciones sociales del desarrollo tecnológico, sus propósitos o adecuaciones en la sociedad (D3, D4 y D5). En cuanto a los trabajos de propuestas muestran una distribución lineal en todas las dimensiones, excepto en D2, en donde no aparecen.

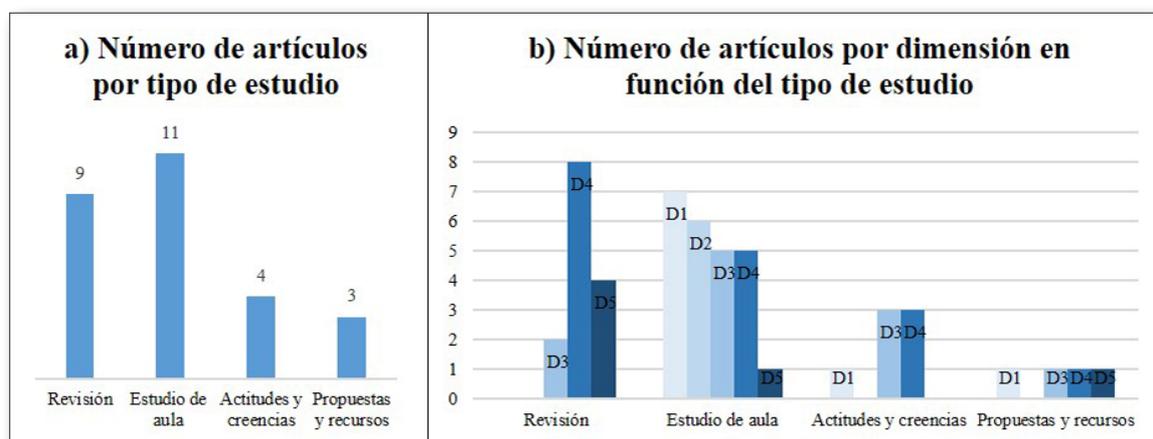


Fig. 6. Resultados del análisis de las dimensiones de desarrollo en función del tipo de estudio.

Las dimensiones de desarrollo tecnológico se han tratado de distinta forma en los diferentes niveles educativos (figura 7). En la educación básica la mayoría de los trabajos abordan cuestiones técnicas

(D1); solo uno de ellos trata los aspectos sociales (D5). En trabajos con profesores en formación y en ejercicio predomina la dimensión D4, que enfatiza las discusiones sobre los propósitos del desarrollo tecnológico. Dicha dimensión también es mayoritaria en los estudios situados en otros contextos, siendo en su mayoría teóricos.

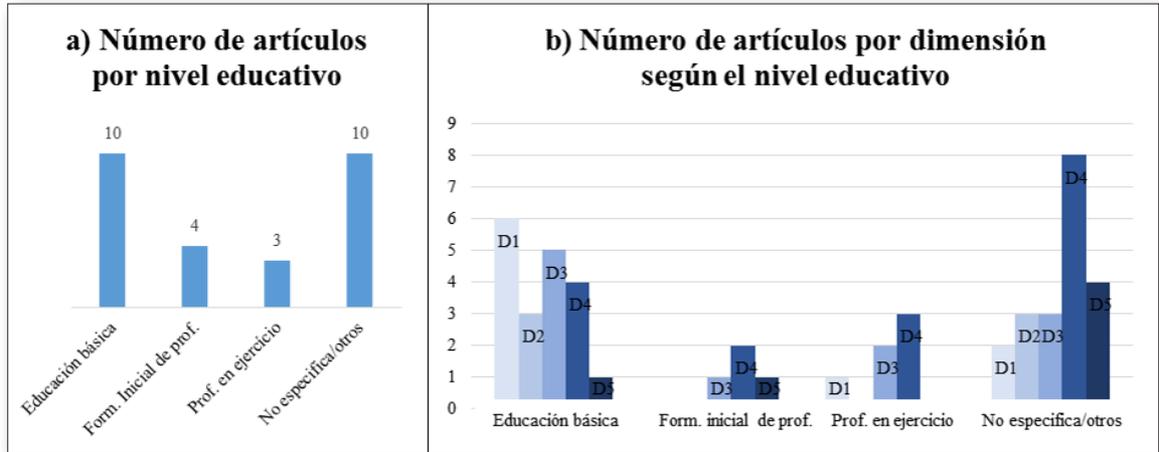


Fig. 7. Resultados del análisis de las dimensiones de desarrollo en función de nivel educativo.

En cuanto a cómo se aborda en cada país (figura 8), encontramos que en Brasil hay una mayor preocupación por el desarrollo tecnológico, ya que más de la mitad de sus artículos presentan unidades de significado relacionadas con él, mientras que en España solo aparece en tres de los 16 trabajos analizados. En ambos países predominan las dimensiones intermedias (D3 y D4), lo que apunta a una preocupación por el modelo de desarrollo tecnológico actual asociado al lucro económico. Otro aspecto que se debe destacar es el hecho de que las adecuaciones sociales (D5) solo se encuentran en trabajos brasileños, lo que se podría asociar a la preocupación por un modelo de desarrollo adecuado al contexto latinoamericano.

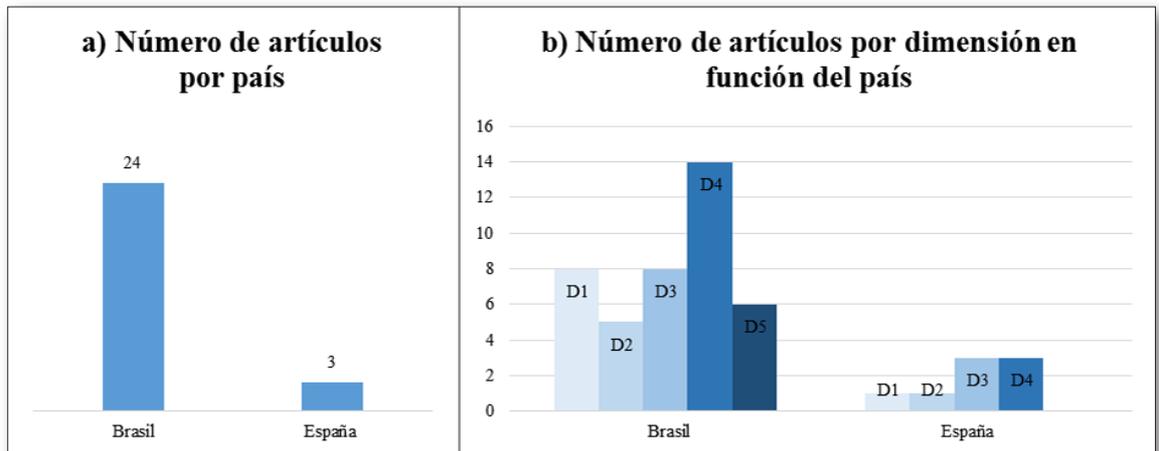


Fig. 8 Resultados del análisis de las dimensiones de desarrollo en función del país.

Participación social

Las dimensiones correspondientes a participación social se localizaron en 50 trabajos, de los cuales 30 solo informan sobre las temáticas CTS (P1, figura 2b). En esta dimensión, la participación social se asocia al reconocimiento de la existencia de problemas relacionados con la ciencia y la tecnología en la sociedad, sin entrar en una visión más crítica de esta. Como ejemplo encontramos el artículo 2, que presenta un análisis del contenido científico de los periódicos de mayor tirada en España y defiende la importancia de que los ciudadanos estén mejor informados sobre la información divulgada en la prensa, y así reconocer el mensaje de la ciencia y su punto de vista. También, el artículo 9, donde se analiza el contenido de distintos documentales científicos, discutiéndose su aplicabilidad para que la ciudadanía reconozca la existencia de las relaciones CTS y su implicación.

En 28 artículos se hace hincapié en el análisis de los puntos positivos y negativos de un tema CTS, con vista a la toma de decisiones individuales (P2). Es decir, las discusiones están orientadas a reivindicaciones que implican la toma de decisiones sobre problemas específicos como consumir o no un producto determinado. En esta dimensión, el énfasis pasa a estar en la evaluación de los aspectos positivos y negativos asociados a un producto o proceso de la ciencia y la tecnología, y no solo al conocimiento del problema en sí. Se aborda en trabajos como el artículo 10 y el artículo 19. En el primero, se presenta un estudio de aula sobre la medicalización de la sociedad actual, desarrollado con la intención de que los alumnos se conciencien sobre las consecuencias de la medicalización excesiva. Lo que, a su vez, puede influir en sus decisiones sobre qué medicamentos tomar y cómo hacerlo. En el segundo, se analizan las dificultades a las que se enfrentan los profesores de química en aulas de CTS al tratar las consecuencias de cómo son eliminadas las pilas en el medio ambiente y la importancia de concienciar a sus alumnos sobre ello.

La discusión sobre los problemas, impactos y transformaciones sociales de la ciencia y la tecnología, reconociendo la necesidad de una toma de decisiones colectivas más amplia (P3), se encuentra en 12 artículos. En ellos, se presentan los diferentes puntos de vista de un mismo problema, así como sus implicaciones en distintos contextos, con vistas al desarrollo de acciones que impliquen a la sociedad como un todo. Entre los trabajos situados en esta dimensión encontramos los que discuten cómo son abordadas las distintas controversias sociocientíficas en los medios de comunicación y en artículos del área de Didáctica de las Ciencias, destacando la importancia de reconocer la existencia de esos diferentes puntos de vista (artículo 18). Otro ejemplo serían trabajos que analizan qué entiende el profesorado de biología como CTS, señalando que se debe tener cautela al analizar las ventajas y limitaciones de la ciencia y la tecnología, así como sus implicaciones en la sociedad (artículo 57).

La participación vía mecanismos de presión social (P4), presente en 11 trabajos, reconoce la posibilidad de poder intervenir en el proceso de producción o implementación de un determinado producto de la ciencia y la tecnología. Un ejemplo lo encontramos en el artículo 17, donde se presenta una revisión bibliográfica sobre la situación de la CTS en Brasil, defendiéndose que este enfoque debería buscar superar la tecnocracia, democratizando la toma de decisiones sobre el rumbo del desarrollo C&T actual. En esta dimensión también se sitúa el artículo 52, donde se reflexiona sobre la situación de la educación ambiental en la enseñanza de las ciencias y su contribución a la formación de ciudadanos responsables con el medio. Se defiende la existencia de una educación que favorezca una participación amplia y diversificada en cuestiones que relacionen la CTS con el medio ambiente, reconociendo la posibilidad de intervenir en la concepción de ciencia y tecnología.

La última dimensión, participación en el ámbito de las políticas públicas (P5), aparece en 11 artículos. En esta dimensión se asume la necesidad de una participación social en la definición de los objetivos del desarrollo científico-tecnológico y los medios para alcanzarlos. Aunque, en este caso, la participación ocurre vía esferas políticas y no solo mediante mecanismos de presión. Algunos ejemplos son

el artículo 45 y el artículo 53. En el primero, se analiza la implementación de una secuencia didáctica centrada en las «Fuentes de energía de los coches» desarrollada en un aula de física, reconociéndose la importancia de la participación social en la definición de los modelos de sistema de transporte predominantes. En el segundo, se describe un estudio de aula centrado en la energía y el desarrollo humano, y se discuten las políticas públicas nacionales y globales asociadas a esta problemática, destacando la importancia de una comprensión sociopolítica del tema.

Respecto a la distribución de trabajos en función del tipo de estudio (figura 9), observamos que en los de aula predominan las dimensiones que asocian la participación social al reconocimiento de la existencia de problemas relacionados con la ciencia y la tecnología (P1) y a la discusión de puntos positivos y negativos con vista a la toma de decisiones individuales (P2). Una pauta similar la encontramos en los trabajos de creencias y actitudes, y de propuestas y recursos; sin embargo, esta cambia en los de revisión, donde destacan las dimensiones asociadas a mecanismos de presión (P4) y esferas políticas (P5).

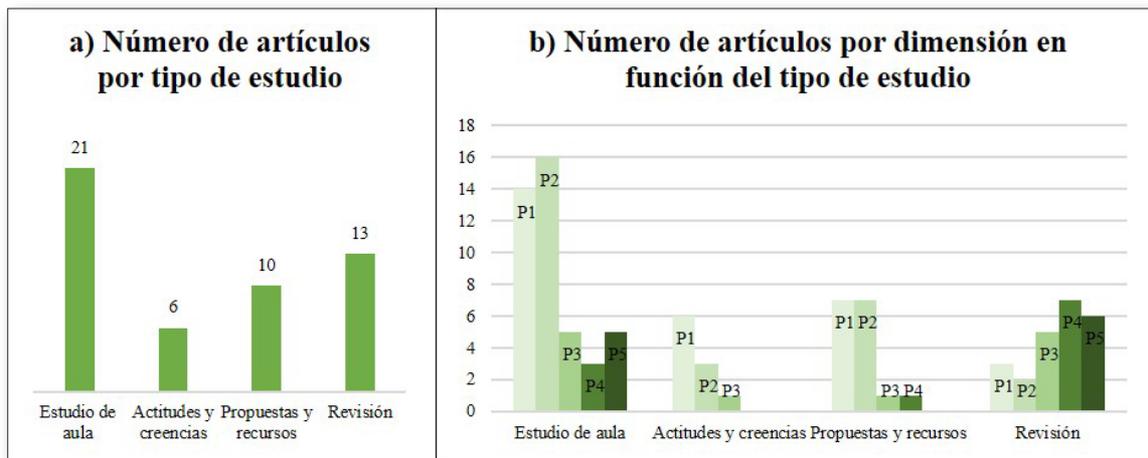


Fig. 9. Resultados del análisis de las dimensiones de participación en función del tipo de estudio.

En su distribución en función del nivel educativo (figura 10), la mayoría de los trabajos de educación básica abordan las informaciones sobre temas CTS (P1) y el posicionamiento ante estos (P2). Pauta que se repite en la formación de profesorado, ya sea inicial o continua, donde más de la mitad de los trabajos se encuentran en P1, y solo uno discute la cuestión de las políticas públicas (P5). Los estudios que no especifican el nivel educativo muestran una distribución más homogénea, abordando con más frecuencia aspectos relacionados con presión social (P4) y esferas políticas (P5).

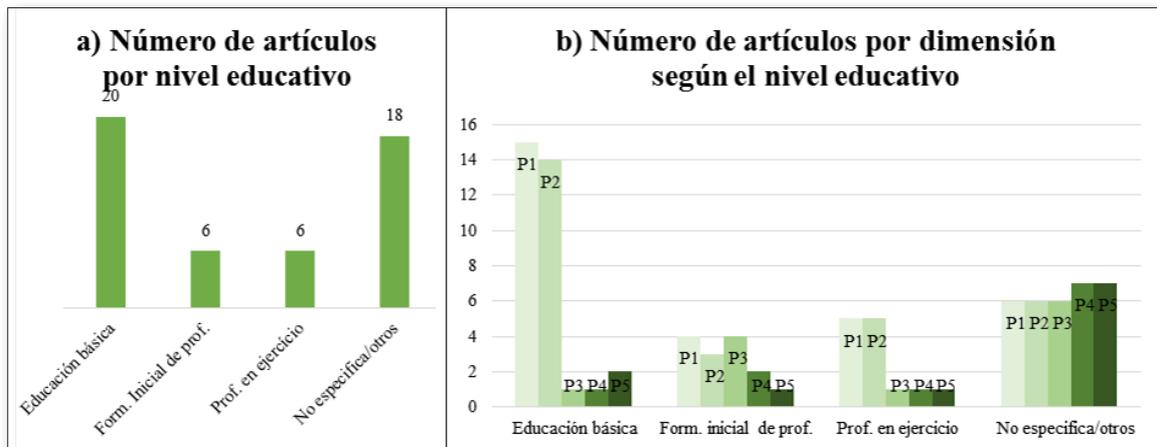


Fig. 10. Resultados del análisis de las dimensiones de participación en función del nivel educativo.

Al analizar los resultados en función del país (figura 11) constatamos que en cuanto a la participación social existe una preocupación similar en ambos, ya que está presente en la misma proporción de trabajos (13 de 16 trabajos en España y 37 de 41 en Brasil). En ambos, prevalecen las dimensiones menos críticas de participación, aunque en España hay un mayor número de artículos que abordan los aspectos positivos y negativos de la ciencia y la tecnología con vistas a las decisiones individuales (P2). En el caso de Brasil, encontramos más trabajos relacionados con las implicaciones políticas (P5).

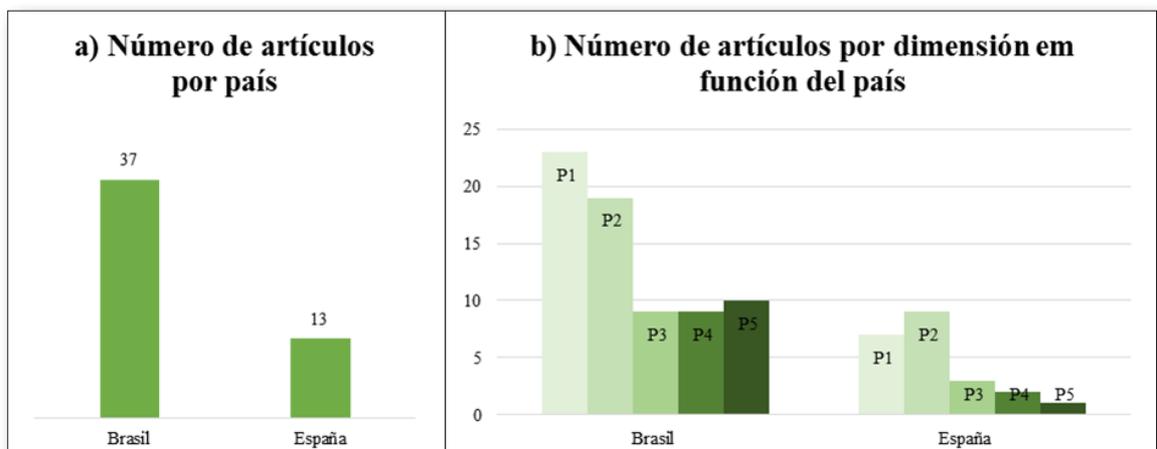


Fig. 11. Resultados del análisis de las dimensiones de participación en función del país.

CONCLUSIONES

En este trabajo, a partir del análisis de artículos sobre educación CTS publicados en revistas españolas y brasileñas de DCE, se identificaron qué dimensiones son consideradas más relevantes en base a tres parámetros: racionalidad científica, desarrollo tecnológico y participación social (Strieder, 2012). Dicha propuesta ha resultado de utilidad, ya que nos ha permitido analizar las dimensiones abordadas en cada estudio, identificando a cuáles se les está otorgando una mayor importancia.

Sobre la base de los resultados obtenidos podemos concluir que existe una preocupación en articular los distintos parámetros de la tríada CTS, ya que 45 combinan al menos dos de ellos, y de estos, 22 combinan los tres. Sin embargo, las dimensiones en que se abordan son las menos críticas, como se muestra a continuación:

La racionalidad científica es el parámetro más frecuente en los trabajos estudiados, aunque la mayoría se sitúan en las dimensiones menos críticas de este, en especial las relacionadas con la educación básica y la formación de profesorado. En cuanto al tipo de trabajo, la mayoría de los estudios de aula se sitúan entre las informaciones sobre ciencia y los beneficios y prejuicios de esta. Una pauta similar se observa en los estudios de propuestas y recursos y los de actitudes y creencias, frente a los de revisión, situados en dimensiones que abordan la problematización de las relaciones entre investigaciones científicas y sus productos y las limitaciones de la ciencia para resolver los problemas de la sociedad. Estos resultados llevan a considerar que, aún hoy, sigue existiendo una necesidad en las aulas y en la formación del profesorado de actualizar el discurso sobre la ciencia en la educación en CTS, incidiendo en cuestiones relacionadas con riesgos e incertezas de la ciencia, como las que existen en torno a la biotecnología, el calentamiento global o la energía nuclear, discutidas en Luján y Echeverría (2009).-

El desarrollo tecnológico es el parámetro menos abordado en la educación CTS, apareciendo solo en la mitad de los trabajos analizados. Esto nos indica que es importante reflexionar sobre el papel que damos a la tecnología en la educación CTS, ya que, a pesar de su relevancia, sigue relegado a un segundo plano en la formación científica del alumnado. Las cuestiones relacionadas con la validez del modelo de desarrollo actual son muy importantes ya que hay avances tecnológicos que provocan muchos problemas socioambientales, como por ejemplo los relacionados con la extracción de minerales para las tecnologías de la comunicación. En cuanto al tipo de estudio, llama la atención que en la mayoría de los estudios de aula solo se aborden aspectos relacionados con el funcionamiento de los aparatos, lo que apunta a que es crucial introducir en las aulas las dimensiones relacionadas con los propósitos del desarrollo tecnológico, que en la actualidad se abordan casi exclusivamente a nivel teórico a tenor de los resultados obtenidos en el estudio. Solo uno de los 11 estudios de aula que abordan el desarrollo tecnológico lo hace considerando la necesidad de adecuaciones sociales.

Con relación a la participación social, a pesar de la importancia que tiene la capacitación del alumnado para la toma de decisiones en relación con las consecuencias del ser humano en el medio, encontramos que la mayoría de los trabajos presentan discusiones situadas en los niveles menos críticos de este parámetro, restringiendo su posicionamiento a las informaciones y a los aspectos positivos y negativos que presenta. Este resultado es independiente del contexto educativo donde se trabaje, dado que, tanto en la educación básica como en la formación de profesorado, predominan las dimensiones que exigen del alumnado informaciones generales y posicionamientos individuales. Sin embargo, cuando se analiza cómo se aborda la participación social en función del tipo de estudio, encontramos que solo los artículos de revisión se sitúan en las dimensiones más críticas de participación, aquellas que requieren una participación social en la definición del curso del desarrollo científico-tecnológico y el camino para conseguirlo. A la luz de estos resultados, sigue siendo necesario promover una participación ciudadana en CTS, con objeto de no incentivar una visión ingenua de la ciencia y la tecnología, dado que la evaluación postproducción asociada a los prejuicios y beneficios está siempre impregnada de valores que condicionan su producción (Delizoicov y Auler, 2011). Por ello, la dimensión asociada a la participación en las esferas políticas merece más atención desde el sistema educativo de la que podría estar recibiendo actualmente, dado que solo aparece en cinco de los 21 estudios de aula que abordan el parámetro de participación social.

En cuanto a las semejanzas y diferencias entre Brasil y España, destacamos que las preocupaciones comunes se relacionan con la necesidad de aproximar los conocimientos científicos a los escolares, cuestionar los propósitos que guían el sistema actual de desarrollo tecnológico y discutir los aspectos

positivos y negativos asociados a los productos de la ciencia y la tecnología. Las principales diferencias se relacionan con el enfoque que se da al parámetro del desarrollo tecnológico, destacando una mayor preocupación en Brasil que en España, lo que podría relacionarse con la influencia de la propuesta del PLACTS (Dagnino *et al.*, 2003) que sirve como marco de referencia en los trabajos brasileños.

Por último, señalamos que la elección entre abordar una dimensión u otra no tiene por qué estar asociada con lo que piensan los investigadores o profesores de ciencias, sino que muchas veces el contexto que encuentran para desarrollar sus propuestas es lo que influye en su elección. Así mismo, aunque reconocemos que todas las dimensiones son importantes y necesarias para alcanzar los propósitos de la educación CTS, sobre la base de los resultados obtenidos insistimos en que es crucial comenzar a abordar en los estudios de aula y durante la formación de los docentes las dimensiones más críticas de racionalidad, desarrollo y participación dado que, aunque se les concede importancia en los trabajos de revisión sobre CTS, muchas de estas ideas no se han llegado a materializar en las aulas, como muestran los resultados encontrados en este estudio.

AGRADECIMIENTOS

A los proyectos EDU2016-76743-P y EDU2015-66643-C2-2-P financiados por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO-DÍAZ, J.A. (1997). La asignatura «Ciencia , Técnica y Sociedad» en la Comunidad Autónoma de Andalucía. En R. Jiménez y A. Wamba (Eds.), *Avances en la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 333-339. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva.
- ACEVEDO-DÍAZ, J.A., VÁZQUEZ-ALONSO, A. y MANASSERO, M.A (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 1-32.
- AIKENHEAD, G.S. (2003). STS Education : A Rose by Any Other Name. En R. Cross, (Ed.), *Vision for Science Education: Responding to the work of Peter J. Fensham*, pp. 59-75. New York: Routledge Press.
- AULER, D., DALMOLIN, A. y FENALTI, V. (2009). Abordagem Temática : natureza dos temas em Freire e no enfoque. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 2(1), 67-84.
- AULER, D. y DELIZOICOV, D. (2015). Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. *Linhas Críticas*, 21(45), 275-296.
- BECK, U. (2010). *Sociedade de Risco: rumo a uma outra modernidade*. São Paulo: Editora 34.
- BENNETT, J., LUBBEN, F. y HOGARTH, S. (2007). Bringing Science to Life : A Synthesis of the Research Evidence on the Effects of Context-Based and STS Approaches to Science Teaching. *Science Education*, 91(3), 347-370.
<https://doi.org/10.1002/sce.20186>
- CAAMAÑO, A., SANTOS, W., GUITART, F. y GALVÃO, C. (2016). Integração de conteúdos CTS nos currículos – Como estamos nos países Ibero-americanos? En *V Seminário Ibero-Americano CTS*. Aveiro, Portugal.
- CACHAPUZ, A., PAIXÃO, F., LOPES, J.B. y GUERRA, C. (2008). Do Estado da Arte da Pesquisa em Educação em Ciências : Linhas de Pesquisa e o Caso «Ciência-Tecnologia-Sociedade». *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 7(1), 27-49.

- CHRISPINO, A., LIMA, L.S., ALBURQUERQUE, M.B., FREITAS, A. y SILVA, M. (2013). A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos? *Ciência & Educação*, 19(2), 455-479.
<https://doi.org/10.1590/S1516-73132013000200015>
- DAGNINO, R., THOMAS, H. y DAVYT, A. (2003). El Pensamiento em Ciencia, Tecnología y Sociedad em Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria. In R. Dagnino y H. Thomas (Eds.), *Ciência, Tecnologia e Sociedade: uma reflexão latino-americana*. Taubaté: Editora Cabral.
- DE PRO BUENO, A. (2006). Perfil de la « reforma LOGSE » y perfil de uso: los fundamentos de los proyectos curriculares de física y química en centros de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(3), 337-356.
- DELIZOICOV, D. y AULER, D. (2011). Ciência , Tecnologia e Formação Social do Espaço : questões sobre a não-neutralidade. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 4(2), 247-273.
- FOUREZ, G. (1995). *A construção das ciências. Introdução à filosofia e à ética das ciências*. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista.
- GONZÁLEZ-GARCÍA, M.I.G., LÓPEZ, J.A.L. y LUJÁN, J.L. (1996). *Ciência, tecnologia y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.
- JENKINS, E.W. (2009). Reforming school science education: a commentary on selected reports and policy documents. *Studies in Science Education*, 45(1), 65-92.
<https://doi.org/10.1080/03057260802681813>
- LACEY, H. (2010). *Valores e atividade científica 2*. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia/ Editora 34.
- LEVINSON, R. (2006). Towards a Theoretical Framework for Teaching Controversial Socio-scientific Issues, *International Journal of Science Education*, 28(10), 1201-1224.
- LEVINSON, R. (2010). Science education and democratic participation: An uneasy congruence? *Studies in Science Education*, 46(1), 69-119.
<https://doi.org/10.1080/03057260903562433>
- LIMA, A. y MARTINS, I. (2013). As interfaces entre a abordagem CTS e as questões sociocientíficas nas pesquisas em educação em ciências. En I. Martins y M. Giordan (Eds.), *Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Águas de Lindóia, São Paulo, 1-8.
- LÓPEZ CEREZO, J.A. (1998). Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 18, 41-68.
- LUJÁN, J.L. y ECHEVERRÍA, J. (Eds.) (2009) *Gobernar los riesgos. Ciencia y valores en la sociedad del riesgo*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- MANASSERO, M.A, VÁZQUEZ-ALONSO, A. y ACEVEDO-DÍAZ, J.A. (2002). Opiniones sobre la influencia de la ciencia en la cultura. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 16, 35-55.
- MARTINS, I. (2015). Editorial - Início de uma nova Etapa. *Boletim Da Associação Ibero-Americana CTS*, 1, 1-2.
- MEMBIELA, P. (1997). Una revisión del movimiento educativo ciencia-tecnología-sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), 51-57.
- MORAES, R. y GALIAZZI, M. (2007). *Análise Textual Discursiva*. Ijuí: Unijuí.
- PEDRETTI, E. y NAZIR, J. (2011). Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. *Science Education*, 95(4), 601-626.
<https://doi.org/10.1002/sce.20435>
- PINHEIRO, T.C., WESTPHAL, M. y PINHEIRO, T.F. (2005). Abordagem CTS e os PCN-EM: uma nova proposta metodológica ou uma nova visão de mundo? En R. Nardi y O. Borges (Eds.). *Atas do 5º Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Bauru, São Paulo, 1-11.

- SANTOS, W. (1992). *O ensino de química para formar o cidadão: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Campinas.
- SANTOS, W. (2008). Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 1(1), 109-131.
- SANTOS, W. y MORTIMER, E. (2001). Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, 7(1), 95-111.
<https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100007>
- (2009). Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e desafios. *Investigações em Ensino de Ciências*, 14(2), 191-218.
- SHINN, T. y RAGOUET, P. (2008). *Controvérsias sobre a ciência: por uma sociologia transversalista da atividade científica*. São Paulo: Editora 34.
- SILVA, S.M.B. y SANTOS, W. (2014). Questões sociocientíficas e o lugar da moral nas pesquisas em ensino de ciências. *Interações*, 31, 124-148.
- SOLBES, J., RUIZ, J.J. y FURIÓ, C. (2010). Debates y argumentación en las clases de física y química. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 63, 65-75.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (1989a). Interacciones ciencia, técnica, entorno natural y social: una propuesta de materiales. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra, III congreso (Tomo 2), 302-306.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (1989b). Interacciones Ciencia/Técnica/Sociedad: un instrumento de cambio actitudinal. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 14-20.
- SOLOMON, J. (1994). Conflict between mainstream science and STS in science education. En J. Solomon y G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press.
- STRIEDER, R.B. (2012). *Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas*. Tese. Universidade de São Paulo: São Paulo.
- TRIVELATO, S. (1993). *C/T/S: Mudanças Curriculares e Formação de Professores*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- VÁZQUEZ-ALONSO, A. y MANASSERO, M.A. (2016). Los contenidos de ciencia, tecnología y sociedad en los nuevos currículos básicos de la educación secundaria en España Science. *Indagatio Didactica*, 8(1), 1017-1032.
- VILCHES, A., GIL D. y PRAIA, J. (2011). De CTS a CTSA: Educação por um futuro sustentável. En W. Santos y D. Auler (Eds.), *CTS e Educação científica, desafio, tendências e resultados de pesquisa*, pp. 161-184. Brasília: Editora UnB.
- ZEIDLER, D.L., SADLER, T.D., SIMMONS, M.L. y HOWES, E.V. (2005). Beyond STS : A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education. *Science Education*, 89(3), 357-577.
<https://doi.org/10.1002/sce.20048>

ANEXO

Artículos analizados

Cód.	Revista	Ano	num. (vol), pp.	Autor(es)
A1	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	2015	12(3), 601-607	Tierno, S. P., Del Río, E. y Donoso, J.
A2		2014	11(3), 275-289	Ezquerria, A. y Fernández, B.
A3			11(3), 303-319	Domènech, A. M. y Márquez, C.
A4			11(2), 135-144	Aznar, V. y Puig, B.
A5		2013	10(2), 171-181	Solbes, J.
A6			10(1), 1-10	Solbes, J.
A7		2012	9(1), 71-77	Prieto, T., España, E. y Martín, C.
A8			9(1), 54-70	Díaz, N. y Jiménez, M. R.
A9		2010	7(3), 667-681	Sancho, J., Vilches, A. y Gil, D.
A10	Enseñanza de las Ciencias	2015	33(1), 101-125	Domènech, A. M. y Márquez, C.
A11		2013	31(2), 153-171	Martín, C., Prieto, T. y Jiménez, A.
A12		2012	30(2), 197-218	Ferreira, C., Vilches, A. y Gil, D.
A13	Ciência & Educação	2015	21(1), 65-83	Lopez, E. y Ribeiro, M. E.
A14			21(1), 1-29	Vasconcelos, T. y Gonzaga, L.
A15		2014	20(1), 175-194	Lima, P. et al.
A16			20(4), 871-887	Guebur, S., y Camargo, S.
A17		2013	19(2), 455-479	Chripino, A. et al.
A18		2012	18(4), 787-802	Viegas, J. y Santos, W.
A19		2011	17(2), 383-399	Nascimento R. y Ribeiro, E. M.
A20		2010	16(2), 465-477	Guimarães, M., Pacheco, W. y Santos, M.
A21			16(2), 479-490	Siqueira, R. et al.
A22		Revista Ensaio	2014	16(3), 203-225
A23	2013		15(3), 149-161	Barbosa, L. C. y Bazzo, W. A.
A24	2012		14(1), 99-112	Bento, A. y Da Silva, M. A.
A25			14(1), 113-130	Barbosa, L., Caixeta, M. E. y Horta, A.
A26			14(1), 227-239	Santos, M., Costa, C. L. y Maciel, M. L.
A27			14(1), 17-33	Marandino, M. y Ianelli, I.
A28	Alambique	2015	81, 9-16	Ezquerria, A., Fernández, B. y Magaña, M.
A29		2012	71, 91-97	Guazzelli, M. y Maciel, M. D.
A30		2010	63, 65-75	Solbes, J., Ruiz, J. J. y Furió, C.
A31	Didáctica de Ciencias Experimentales y Sociales	2012	26, 247-269	Solbes, J. y Torres, N.
A32	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	2013	12(2), 313-333	Bispo, D. et al.
A33		2012	11(1), 1-20	Hunsche, S. y Auler, D.
A34	Ciência & Ensino	2010	9(2), 333-352	Vázquez, A., Manassero, M. y Talavera, M.
A35			9(3), 505-529	Alvez, J. y Passos, L.
A36	Alexandria	2015	4(1), 52-67	Fabri, F. y Monteiro, R.
A37		2014	3(1), 1-19	Cassiani, S. et al.
A38	Alexandria	2015	8(1), 131-152	Franco, P., Chapani, D. y Santos, A. C.
A39		2015	8(3), 3-25	Frietas, L. M. y Gheidin, E.
A40		2014	7(2), 73-101	Silva, C., Böck, B. y Chrispino, A.
A41			7(1), 101-126	Marques, A. y Piazza, M. C.
A42		2013	6(3), 151-172	Lima, A. C. y Ferraz, V. H.
A43			6(2), 3-32	Abreu, T., Fernandes, J. P. y Martins, I.
A44		2012	5(2), 198-208	Cassiani, S., Linsingen, I. y Lunardi, G.
A45			5(1), 33-61	Teixeira, M. S. y Formenton, R.
A46		2011	4(2), 225-246	Franco, M. y Linsingen, I.
A47			4(2), 247-273	Delizoicov, D. y Auler, D.
A48		4(2), 57-81.	Reis, D., Fernandes, L. y Pina, A.	
A49	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	2015	15(1), 105-111	Amoriam, T., Solino, A. P. y Marini, P. M.
A50			15(1), 219-232	Silva, H. C. et al.
A51			15(2), 339-355	Giocamini, A. y Muenchen, C.
A52		2014	14(2), 225-234	Silva, S. y El-Hani, C.
A53		2013	13(2), 207-226	Carvalho, N. y Pacheco, W. L.
A54		2012	12(3), 131-150	Meneghello, M. y Mello, S.
A55		2010	10(3), 87-100	Martins, F.
A56			10(1), 1-22	Nascimento, T. G. y Rezender, M. F.
A57			10(1), 1-22	Kist, C. P. y Ferraz, D.

Science-technology-society: What are we doing in science education?

Roseline Beatriz Strieder
*Instituto de Física,
Universidade de Brasília, Brasil*
roseline@unb.br

Beatriz Bravo Torija
*Departamento de Didácticas Específicas, Facultad
de Formación de Profesorado y Educación,
Universidad Autónoma de Madrid, España.*
beatriz.bravo@uam.es

Maria José Gil Quilez
*Grupo Beagle (IUCA), Departamento de Didáctica
de las Ciencias Experimentales, Facultad de
Educación, Universidad de Zaragoza, España.*
quilez@unizar.es

The scientific-technological transformations faced by our society require rethinking the aims of the current science education. Authors such as Santos and Mortimer (2009), Solbes et al. (2010) or Levinson (2010) point out the need to overcome the dogmatic teaching of science, in order to prepare citizens to understand the relations between science, technology and society (STS) and participating in public discussions in which the field of science is involved. In this scenario, it is imperative to reflect on what has been done in science education in terms of STS and how it has been approached from science education. In particular, regarding school practices.

Much of the existing literature that has analysed the academic production of STS focuses on the evolution of STS education or on the discussion about the similarities and differences between STS and other perspectives such as controversial socio-scientific questions. However, no publications have been found that discuss how STS relationships are articulated and addressed in science education. Therefore, this study aims to reflect on how STS is addressed in science education research in an Ibero-American context. In order to consider different realities, papers published in 10 Science Education journals, both in Brazil and Spain, are analysed, identifying which parameters and dimensions of STS are considered as the most relevant, based on the proposal of Strieder (2012).

In order to select the publications for the study, we proceed to read the titles, abstracts and keywords of those papers published in these journals, by Brazilian and Spanish authors, from 2010 to 2015. We choose those in which the terms Science-technology-society, socio-scientific or socio-scientific questions appeared. 57 papers are found, which are completely read and analysed by means of Discursive Textual Analysis (Morales and Galiazzi, 2017). The analysis is oriented according to the three parameters defined by Strieder (2012): scientific rationality, technological development and social participation. Each parameter includes five different dimensions, constructed from studies of philosophy and sociology of science and technology, and studies of STS in Science Education.

The results show that there is a concern to articulate The different parameters of the STS triad, since most of the papers combine at least two parameters, with 22 studies articulating the three of them. However, the dimensions in which they are addressed are the least critical, mainly focused on presenting the scientific knowledge to the students, instead of considering their social implications. In particular, parameter by parameter, we find that:

The Scientific Rationality is the most frequent parameter in the analysed studies, with most of them classified between the dimensions of the presence of science in society and the benefits and prejudices of science. At the other extreme, we find the Technological Development, which only appears in half of the studies. Most of them deal with aspects related to the production and use of technology, leaving in the background those related to the purposes of the technological development and its repercussions on society. Finally, regarding Social Participation, we find that most of the papers present discussions restricted to the consideration of the positive and negative aspects presented by STS problems. Participation in political spheres only appears in five of the 21 studies that address this parameter. These results highlight the need to introduce in the classroom the consideration of the purposes of scientific and technological development and their social consequences.

