

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Máster en Investigación en Didácticas Específicas

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales



**ATENCIÓN PRESTADA A LAS
INTERACCIONES CTSA EN LA EDUCACIÓN
CIENTÍFICA**

Presentado por: Nora Reverte Sevillano

Tutora UV: Dra. Amparo Vilches Peña

Valencia, 2020

Convocatoria de defensa: julio 2020

FICHA TÉCNICA

Máster: Máster en Investigación en Didácticas Específicas por la Universitat de València

Especialidad: Ciencias Experimentales

Autor:

Apellidos: Reverte Sevillano

Nombre: Nora

Título de la memoria: ATENCIÓN PRESTADA A LAS INTERACCIONES CTSA EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

Tutora:

Apellidos: Vilches Peña

Nombre: Amparo

Departamento: Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales

Fecha de defensa:

Calificación:

Palabras clave: CTSA, Enseñanza Secundaria, Alfabetización Científica, Naturaleza de la Ciencia, Educación para la Sostenibilidad.

Keywords: e STSE, Secondary Education, Science Literacy, Nature of Science, Education for Sustainability.

Códigos Unesco: Didáctica de las Ciencias Experimentales (5801 y 5803)

Resumen:

Incluir la dimensión Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (CTSA) se ha impuesto como una de las recomendaciones más apoyadas por la investigación en didáctica para la enseñanza de la ciencia y la tecnología. Esta investigación analiza la evolución de la atención prestada a dichas interacciones en investigaciones en didáctica de las Ciencias Experimentales en los últimos años, analizando para ello las publicaciones en revistas de investigación más relevantes, así como en Congresos de Enseñanza de Ciencias en la última década y publicaciones de tesis doctorales y TFM en la Universidad de Valencia. Se examina, además, la repercusión del enfoque CTSA en la enseñanza de las Ciencias Experimentales en Educación Secundaria. Para ello, por una parte, se analiza la visión que tienen los estudiantes de la ciencia y sus conocimientos sobre las interacciones CTSA a través de un cuestionario, y, por otra, el currículo de asignaturas de ciencias y tecnología. Los resultados muestran que, aunque la atención concedida a la dimensión CTSA desde el campo de la investigación en didáctica de las Ciencias Experimentales, congresos de Enseñanza de la Ciencias y currículum es más que considerable a lo largo de todo el período analizado el alcance y repercusión de dichas investigaciones en la Enseñanza Secundaria no ha seguido el mismo impulso y resulta todavía insuficiente. Se pone de manifiesto la necesidad de trasladar los avances en investigación didáctica a las aulas ya que trabajar desde la perspectiva CTSA en las asignaturas científicas y tecnológicas podría ser un punto clave en la alfabetización científica de los estudiantes de secundaria y aquello que permita formar ciudadanos competentes a la hora de tomar decisiones informadas y responsables y capaces de reconocer y apreciar el papel de la ciencia y de la tecnología en la vida cotidiana.

La autora informa de que no se ha dado un posible conflicto de intereses en la realización de este estudio.

Agradecimientos

Quisiera agradecer a todos los profesores del Máster de Investigación en Didácticas Específicas su labor y los conocimientos y estrategias que nos han transmitido con gran profesionalidad. También a mis compañeras y compañeros más cercanos del Máster por los buenos momentos vividos y por haber hecho que el trabajo resultara siempre más sencillo.

A mis compañeros de trabajo y a los docentes de diferentes centros que han invertido parte de su tiempo en colaborar en este proyecto pasando los cuestionarios a su alumnado, a pesar de las condiciones de incertidumbre y desasosiego vividas durante la pandemia.

A mis amigos y familiares, por entender mis inquietudes y brindarme siempre su apoyo y ayuda para lograr mis metas.

Por último, quisiera mostrar mi más sincero agradecimiento a mi tutora, Amparo Vilches por su cercanía, su constante orientación y el valioso tiempo que ha dedicado a ayudarme, enseñarme y animarme.

Resumen

Incluir la dimensión Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (CTSA) se ha impuesto como una de las recomendaciones más apoyadas por la investigación en didáctica para la enseñanza de la ciencia y la tecnología. Esta investigación analiza la evolución de la atención prestada a dichas interacciones en investigaciones en didáctica de las Ciencias Experimentales en los últimos años, analizando para ello las publicaciones en revistas de investigación más relevantes, así como en Congresos de Enseñanza de Ciencias en la última década y publicaciones de tesis doctorales y TFM en la Universidad de Valencia. Se examina, además, la repercusión del enfoque CTSA en la enseñanza de las Ciencias Experimentales en Educación Secundaria. Para ello, por una parte, se analiza la visión que tienen los estudiantes de la ciencia y sus conocimientos sobre las interacciones CTSA a través de un cuestionario, y, por otra, el currículo de asignaturas de ciencias y tecnología. Los resultados muestran que, aunque la atención concedida a la dimensión CTSA desde el campo de la investigación en didáctica de las Ciencias Experimentales, congresos de Enseñanza de la Ciencias y currículum es más que considerable a lo largo de todo el período analizado el alcance y repercusión de dichas investigaciones en la Enseñanza Secundaria no ha seguido el mismo impulso y resulta todavía insuficiente. Se pone de manifiesto la necesidad de trasladar los avances en investigación didáctica a las aulas ya que trabajar desde la perspectiva CTSA en las asignaturas científicas y tecnológicas podría ser un punto clave en la alfabetización científica de los estudiantes de secundaria y aquello que permita formar ciudadanos competentes a la hora de tomar decisiones informadas y responsables y capaces de reconocer y apreciar el papel de la ciencia y de la tecnología en la vida cotidiana.

Palabras clave: CTSA, Enseñanza Secundaria, Alfabetización Científica, Naturaleza de la Ciencia, Educación para la Sostenibilidad.

Abstract

The inclusion of the Science-Technology-Society-Environment dimension (STSE) has become one of the recommendations most supported by research in didactics for science and technology education. This research analyses the evolution of the attention paid to these interactions in experimental science education research in recent years, analysing publications in the most relevant research journals, as well as in science education conferences in the last decade and publications of doctoral theses at the University of Valencia. The impact of the STSE approach on the teaching of Experimental Sciences in Secondary Education is also examined. To this end, on the one hand, the students' view of science and their knowledge of STSE interactions are analysed through a questionnaire, and on the other, the curriculum of science and technology subjects. The results show that, although the attention given to the STSE dimension from the field of research in experimental science education, science teaching conferences and curricula is more than considerable throughout the period analysed, the scope and impact of such research on Secondary Education has not followed the same trend and is still insufficient. The need to bring advances in didactic research into the classroom is evident, since working from

a STSE perspective in science and technology subjects could be a key point in the scientific literacy of secondary students and that which will enable the formation of citizens who are competent in making informed and responsible decisions and who are able to recognize and appreciate the role of science and technology in everyday life.

Keywords: STSE, Secondary Education, Science Literacy, Nature of Science, Education for Sustainability.

PRESENTACIÓN E ÍNDICE

Desde que surgiera hace más de cinco décadas, el movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) se ha consolidado como un campo de estudios académicos que realiza el análisis social de la ciencia y la tecnología, a partir de sus condicionantes y consecuencias.

En educación, desde el enfoque CTS se pretende generar propuestas innovadoras y alternativas para la enseñanza de las ciencias con el objetivo de formar una ciudadanía informada que sea competente a la hora de tomar decisiones cruciales sobre problemas y asuntos actuales, y de emprender acciones personales derivadas de tales decisiones (Yager, 1996; Solbes y Vilches, 1997; Cerezo, 1999). Lo que se persigue es enfocar la enseñanza, no solo como la simple adquisición de conceptos sobre ciencia, sino que se tenga en cuenta, además, su uso social -democratización-, es decir: quién hace la ciencia y la tecnología, para qué se hace y a quién beneficia o incluye (Acevedo, 1997; Vázquez, 1999; Cutcliffe, 2003; Aikenhead, 2005; Shamos, 2013).

Durante las últimas décadas, la crisis global y la situación de emergencia planetaria han impulsado todavía más esta perspectiva lo que ha llevado a incluir la letra A de Ambiente a las siglas CTS, mostrando así la voluntad de contribuir, desde este ámbito, a sentar las bases para un futuro sostenible, considerando la comprensión de cuestiones ambientales y de calidad de vida.

De hecho, actualmente, el enfoque CTSA, necesariamente inseparable del ámbito de la Sostenibilidad y la Educación por la Sostenibilidad, se ha impuesto como una de las recomendaciones más apoyada por la investigación en didáctica para la enseñanza de la ciencia y la tecnología, como se pone de manifiesto en las numerosas investigaciones, publicaciones, congresos y jornadas, que se vienen realizando en torno a este campo de investigación (Gil y Vilches, 2001; Manassero, Vázquez y Acevedo, 2003; Aikenhead, 2002; Kemp, 2002; Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003; Solbes y Vilches, 2004; Gil y Vilches, 2005, Gavidia et al., 2011; Grilli, 2015; Perales y Guerrero, 2017; Marques, Foggiatto y Sauer, 2018; Manassero y Vázquez, 2019; Solbes, 2019).

Tanto es así que durante su largo recorrido en el tiempo, el movimiento CTSA se ha diversificado, vinculándose al surgimiento y desarrollo de otros campos de investigación como son las Cuestiones Socio-científicas, la Naturaleza de la Ciencia y la Argumentación Científica, los cuales comparten los mismos principios, visiones y metodologías que la educación CTSA, pues todos ellos reconocen la importancia de la contextualización de la enseñanza de las ciencias, a través de una inmersión en la cultura científica para contribuir a mostrar una imagen más real de la ciencia y la tecnología, superando visiones descontextualizadas y vinculando la ciencia y la tecnología con el entorno en el que se desarrollan. En todos ellos se busca tener en cuenta la implicación de la ciencia en todos los ámbitos e integrar la ciencia, la ética y el razonamiento moral (Solbes y Vilches, 1997 y 2004; Pedretti y Nazir, 2011; Fernandes et al., 2016; Solbes, 2019).

No obstante, aunque las relaciones CTSA tienen una mayor implicación en la educación científica, la investigación también ha venido señalando que, en la práctica, se sigue fomentando una concepción aislada y descontextualizada de la ciencia, de manera que la dimensión CTSA no acaba de tenerse en cuenta, resultando, incluso ignorada en determinados currículos (Gil, 1991; Solbes y Vilches, 1997 y 2004; Gil y Vilches, 2005).

Dentro de este contexto, la investigación expuesta en este Trabajo Fin de Máster (TFM) tiene como primer objetivo analizar cómo ha evolucionado la atención prestada a las interacciones CTSA durante la última década desde diferentes ámbitos dentro de la investigación didáctica, como son las revistas de investigación, los congresos más relevantes de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las tesis doctorales realizadas en la UV.

Para conocer la repercusión de los avances en la enseñanza de las Ciencias Experimentales sobre la práctica en Educación Secundaria, esta investigación se plantea como segundo objetivo investigar si el currículum de ciencias en los diferentes cursos de Educación Secundaria presta atención suficiente a las interacciones de la Ciencia con la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente en que se insertan y realizar, además, un análisis de las visiones y opiniones del alumnado de Secundaria entorno a las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente.

Siguiendo esta perspectiva, la memoria que se presenta se estructura del siguiente modo:

En el **capítulo primero**, presentaremos el problema a investigar, justificando su importancia.

Dedicaremos el **capítulo segundo** al enunciado y fundamentación de las hipótesis (marco teórico) que orientan nuestro estudio.

En el **tercer capítulo** se muestran y se justifican los diferentes diseños experimentales, así como los criterios adoptados para analizar por una parte la atención prestada a las interacciones CTSA desde la investigación en didáctica de las Ciencias Experimentales y por otra la repercusión que tienen actualmente estas relaciones en las aulas de Educación Secundaria.

En el **cuarto capítulo** se analizan los datos y se presentan los resultados obtenidos con los diseños experimentales concebidos.

En el apartado de **conclusiones y perspectivas**, se recogen las conclusiones generadas de la investigación realizada, así como las posibles perspectivas y líneas de investigación que han quedado abiertas.

Por último, se incluyen las **referencias bibliográficas** de dicha memoria y los anexos.

De este modo, la memoria de este Trabajo Fin de Máster se desarrollará de acuerdo al siguiente índice:

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| Agradecimientos | 2 |
| Resumen..... | 3 |
| Abstract | 3 |
| PRESENTACIÓN E ÍNDICE..... | 5 |
| CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR Y JUSTIFICACIÓN DE SU IMPORTANCIA | 1 |
| CAPÍTULO 2. ENUNCIADO Y FUNDAMENTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS. MARCO TEÓRICO | 5 |
| 2.1 EL MOVIMIENTO CIENCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDAD..... | 6 |
| 2.1.1 ORIGEN DEL MOVIMIENTO CTS | 6 |
| 2.1.2 LAS INTERACCIONES CTS EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA..... | 11 |
| 2.1.3 TRAYECTORIA IBEROAMERICANA DEL MOVIMIENTO CTS..... | 14 |
| 2.2 LAS INTERACCIONES CTS Y OTROS CAMPOS DE CONOCIMIENTO | 15 |
| 2.2.1 C TSA, EDUCACIÓN AMBIENTAL Y EDUCACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD..... | 15 |
| 2.2.2 C TSA, NATURALEZA DE LA CIENCIA Y ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA..... | 18 |
| 2.3 LA EDUCACIÓN CTS EN ESPAÑA. INTERÉS HACIA LAS CIENCIAS Y C TSA | 20 |
| CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA. DISEÑOS EXPERIMENTALES PARA LA CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS | 24 |
| 3.1 DISEÑOS EXPERIMENTALES PARA LA PUESTA A PRUEBA DE LA 1ª HIPÓTESIS..... | 24 |
| 3.2 DISEÑOS EXPERIMENTALES PARA LA PUESTA A PRUEBA DE LA 2ª HIPÓTESIS..... | 26 |
| 3.2.1 DISEÑO PARA EL ANÁLISIS DE REVISTAS DE INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA..... | 26 |
| 3.2.2 DISEÑO PARA EL ANÁLISIS DE CONGRESOS CENTRADOS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS..... | 30 |
| 3.2.3 DISEÑO PARA EL ANÁLISIS DE TESIS DOCTORALES Y TFM | 32 |
| 3.3 DISEÑOS EXPERIMENTALES PARA LA PUESTA A PRUEBA DE LA 3ª HIPÓTESIS..... | 33 |
| CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE LOS DATOS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA PUESTA A PRUEBA DE LAS HIPÓTESIS..... | 36 |
| 4.1 RESULTADOS DE LA PUESTA A PRUEBA DE LA PRIMERA HIPÓTESIS: ANÁLISIS DEL CURRÍCULUM DE ASIGNATURAS CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS | 36 |
| 4.2 ANÁLISIS DE LOS DATOS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA PUESTA A PRUEBA DE LA 2ª HIPÓTESIS | 41 |
| 4.2.1 ANÁLISIS DE LA ATENCIÓN PRESTADA A LAS INTERACCIONES C TSA EN LAS REVISTAS DE INVESTIGACION EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS..... | 41 |
| 4.2.2 ANÁLISIS DE LA ATENCIÓN PRESTADA A LAS INTERACCIONES C TSA EN CONGRESOS DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS..... | 55 |

| | |
|--|----|
| 4.2.3 ANÁLISIS DE LA ATENCIÓN PRESTADA A LAS INTERACCIONES CTSA EN TESIS DOCTORALES Y TFM DEPOSITADOS EN RODERIC | 61 |
| 4.3 ANÁLISIS DE LOS DATOS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS PARA LA 3ª HIPÓTESIS | 66 |
| CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS | 74 |
| PERSPECTIVAS | 77 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 79 |
| ANEXOS | 90 |

ÍNDICE CUADROS TABLAS Y FIGURAS

CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 2.1 Diferencia entre orientaciones tradicionales y CTS en Didáctica de las Ciencias (Lawrence, Yager, Sowell, Hancock, Yalaki, y Jablon, 2001, p.17)..... | 13 |
| Cuadro 3.1 Instrumento I para el análisis de EAE en el RD 1105/2014. | 25 |
| Cuadro 3.2 Instrumento II para el análisis de EAE en el RD 1105/2014..... | 25 |
| Cuadro 3.3 Revistas de investigación analizadas. | 27 |
| Cuadro 3.4 Instrumento I empleado en el análisis de las revistas de investigación didáctica..... | 29 |
| Cuadro 3.5 Instrumento II empleado en el análisis de las revistas de investigación didáctica..... | 29 |
| Cuadro 3.6 Instrumento III empleado en el análisis de las revistas de investigación didáctica..... | 30 |
| Cuadro 3.7 Instrumento IV empleado en el análisis de las revistas de investigación didáctica..... | 30 |
| Cuadro 3.8 Congresos de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales analizados. | 30 |
| Cuadro 3.9 Instrumento I empleado en el análisis de los congresos de investigación en didáctica..... | 32 |
| Cuadro 3.10 Instrumento II empleado en el análisis de los congresos de investigación en didáctica..... | 32 |
| Cuadro 3.11 Instrumento III empleado en el análisis de los congresos de investigación en didáctica..... | 32 |
| Cuadro 3.12 Instrumento II empleado en el análisis de tesis doctorales depositadas en RODERIC..... | 33 |
| Cuadro 3.13 Cuestionario de opiniones sobre ciencia empleado para la puesta a prueba de la 3ª hipótesis. | 34 |
| Cuadro 3.14 Categorización utilizada en el análisis del cuestionario para el alumnado. | 35 |

| | |
|---|----|
| Cuadro 4.1 Ejemplos de EAE seleccionados por su relación con las dimensiones C/T, CT/S y CT/A..... | 39 |
| Cuadro 4.2 Ejemplos de artículos seleccionados en cada revista por contener explícitamente términos vinculados con el campo CTSA en título, palabras clave o resumen..... | 44 |
| Cuadro 4.3 Ejemplos de artículos seleccionados por guardar una relación implícita con la perspectiva CTSA..... | 45 |
| Cuadro 4.4 Relación de tesis doctorales depositadas en RODERIC y seleccionadas por tratar las relaciones CTSA..... | 64 |
| Cuadro 4.5 Jerarquización de las categorías emergentes en el análisis de los diferentes ítems que forman el cuestionario para el alumnado de Educación Secundaria y de los aspectos que se busca analizar con cada uno de ellos. | 67 |
| Cuadro 4.6 Relación de ejemplos de respuestas por categorías a los diferentes ítems del cuestionario..... | 71 |

GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 4.1 Análisis comparativo de EAE con menciones a la dimensión CTSA en diferentes asignaturas científico-tecnológicas del currículum LOMCE en ESO y Bachillerato (N = 1174)..... | 37 |
| Gráfico 4.2 Atención prestada desde cada asignatura a las dimensiones C/T, CT/S y CT/A. | 40 |
| Gráfico 4.3 Comparativa de la atención prestada a la dimensión CTSA desde cada revista y para cada nivel de análisis. | 43 |
| Gráfico 4.4 Comparativa de la atención prestada desde cada revista analizada a la dimensión CTSA a lo largo del período de tiempo analizado. | 48 |
| Gráfico 4.5 Evolución de la atención prestada a la dimensión CTSA y campos de investigación vinculados por el total de artículos analizados en todas las revistas. Se muestran los resultados correspondientes a los artículos que contienen los términos explícitos..... | 50 |
| Gráfico 4.6 Atención a la dimensión CTSA y campos de investigación vinculados desde la revista Science & Education en el período de tiempo analizado. | 51 |
| Gráfico 4.7 Comparativa de artículos que contribuyen de forma exclusiva al campo CTSA desde cada revista. | 52 |
| Gráfico 4.8 Especificación de la atención prestada a cada campo de investigación vinculado con CTSA en el diseño de análisis de revistas de investigación en didáctica. | 53 |
| Gráfico 4.9 Comparativa de la atención prestada a la dimensión CTSA desde cada nivel educativo en las revistas analizadas..... | 54 |
| Gráfico 4.10 Comparativa de la atención prestada a las dimensiones CT, CS y CA en los artículos vinculados implícitamente con el campo CTSA en el análisis de revistas..... | 55 |
| Gráfico 4.11 Atención prestada a la dimensión CTSA y campos vinculados desde los congresos Enseñanza de las Ciencias y ÁPICE en el período de tiempo analizado. | 57 |

| | |
|--|----|
| Gráfico 4.12 Atención prestada exclusivamente a las interacciones CTSA desde los congresos Enseñanza de las Ciencias y ÁPICE en el período de tiempo analizado. | 58 |
| Gráfico 4.13 Atención prestada a la dimensión CTSA de forma explícita e implícita desde cada eje temático del congreso ÁPICE celebrado en 2016 en Badajoz. | 59 |
| Gráfico 4.14 Atención prestada a la dimensión CTSA de forma explícita e implícita desde cada eje temático del congreso Enseñanza de las Ciencias celebrado en 2017 en Sevilla. | 60 |
| Gráfico 4.15 Especificación de la atención prestada a cada campo de investigación vinculado con CTSA en el diseño de análisis de congresos de didáctica de las ciencias experimentales. | 61 |
| Gráfico 4.16 Análisis comparativo del número de tesis doctorales y TFM que tratan las relaciones CTSA con respecto del total de los depositados en RODERIC desde el Departamento de Ciencias Experimentales y Sociales. | 65 |
| Gráfico 4.17 Porcentajes por categorías para cada ítem. N=70. | 68 |

TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 4.1 Resumen del número de artículos analizados para cada revista y seleccionados en cada nivel de análisis. | 42 |
| Tabla 4.2 Resumen del número de artículos analizados y seleccionados en cada nivel de análisis para cada congreso. | 56 |
| Tabla 4.3 Relación de tesis doctorales y TFM seleccionados por tratar las relaciones CTSA frente al total de tesis y TFM depositados en RODERIC por año. | 62 |

FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 4.1 Esquema con contribuciones al campo CTSA extraído de Mora, M. D. C. S., y Nestor, A. P. M. (2019). El papel de la comunicación pública de la ciencia sobre la cultura científica: acercamientos a su evaluación. Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 16(1), 1103-1. | 47 |
|---|----|



CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR Y JUSTIFICACIÓN DE SU IMPORTANCIA

La expansión de la ciencia ocurrida durante la Guerra Fría gracias a la carrera espacial también impulsó la enseñanza de las ciencias con el fin de formar más especialistas tecno-científicos de los que se estaban formando hasta el momento (Hurd, 1998; Laugksch, 2000). Como consecuencia de esto, la Enseñanza de las Ciencias se generalizó, entre otras cosas, con el objetivo fundamental de instruir a los futuros científicos. Los currículos escolares en España estaban centrados en los contenidos hasta los años 70, momento en que se comenzó a cuestionar si el carácter fundamentalmente conceptual de la enseñanza era suficiente para la educación de futuros profesionales y se optó por desarrollar currículos que, aun manteniendo el carácter propedéutico de la enseñanza, también trabajaran aspectos procedimentales (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005).

La educación CTS se originó en el contexto académico como un movimiento que pretendía mostrar visiones de la ciencia y los científicos más reales y contextualizadas, en los ambientes universitarios, algo que se extendería a la Educación Secundaria en los años 80. Constituyó una crítica a la situación en la Enseñanza de las Ciencias ofreciendo una alternativa basada en cambiar la perspectiva hacia la formación de todos los ciudadanos y ciudadanas. La relevancia de la ciencia y la tecnología en la sociedad exigían una alfabetización científica importante para que la mayoría de las personas pudieran comprender su naturaleza y, en consecuencia, pudieran participar críticamente en discusiones públicas en las que están implicadas. De esta manera, en cierta medida, poco a poco la Enseñanza de las Ciencias empezó a dejar de verse dirigida a preparar solamente aquellos interesados en estudiar ciencias o en formarse como tecnólogos o ingenieros y se consideró como parte esencial de la formación de todos los ciudadanos y ciudadanas (Aikenhead, 2005; Martínez y Parga, 2013).

En la sociedad actual, la alfabetización científica y tecnológica sigue siendo, más si cabe, uno de los objetivos fundamentales y prioritarios de la Educación, lo cual implica que la Enseñanza de las Ciencias no puede ceñirse al mero conocimiento científico y tecnológico, centrado exclusivamente en las leyes y teorías, sino que los objetivos educativos deben tener un enfoque más holístico que comprenda la auténtica relevancia social, incluyendo los valores éticos y democráticos que se ponen en juego cuando ciencia y la tecnología intervienen en la sociedad (Holbrook, 2000; Vilches, 2007; Vázquez y Manassero, 2012).

Hoy, tal y como afirman Solbes y Vilches, (2004) “una correcta alfabetización científica del conjunto de los ciudadanos se presenta con más claridad ante la situación de auténtica emergencia planetaria (Bybee, 1991) que estamos viviendo”.



Ahora más que nunca, la educación ambiental requiere de un enfoque socio-científico que amplíe su perspectiva para promover la comprensión de las situaciones reales, y conducir a un posicionamiento fundamentado y crítico de la sociedad para la justicia ambiental. Lograr esta alfabetización científica de los estudiantes solo es posible incluyendo la dimensión CTS en la enseñanza científica (Pérez y Bravo, 2018).

En este aspecto, la incorporación de la dimensión CTSA promueve no solo considerar las problemáticas ambientales desde una perspectiva multifactorial, sino también desarrollar destrezas que fomenten la autonomía en el aprendizaje del alumnado, pues la comprensión de las complejas interacciones entre Ciencia, Tecnología Sociedad y Ambiente se convierte en algo necesario si se pretende que, en el futuro, las personas tengan que tomar decisiones, adoptar actitudes responsables frente al desarrollo y las consecuencias que de él se derivan (Solbes y Vilches, 2004).

Esto requiere superar una enseñanza descontextualizada de las ciencias, formando ciudadanos y ciudadanas capaces de comprender las relaciones existentes entre el desarrollo científico-tecnológico y sus consecuencias para la sociedad (Solís-Espallargas y Valderrama-Hernández, 2015).

Es conveniente resaltar que, aunque en un comienzo esta dimensión recibió la denominación CTS, desde el principio existía un interés por las cuestiones ambientales que se debían analizar de acuerdo con el desarrollo científico y tecnológico, teniendo en cuenta que este, entre otras cosas, implicaba una transformación radical de la relación del ser humano con la naturaleza. Por este motivo, muchos autores consideraron importante remarcar la referencia en las propias siglas y referirse al enfoque como CTSA para destacar las problemáticas ambientales en el escenario global y local (Vilches, Gil y Praia, 2011; Martínez y Parga, 2013).

Hoy en día, la mayoría de los países con una educación formal bien estructurada siguen considerando de vital importancia la enseñanza de las ciencias, lo cual se ve reflejado en que las asignaturas científico-técnicas suelen impartirse con carácter obligatorio durante toda la enseñanza obligatoria (OCDE, 2016; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005).

Sin embargo, un aspecto que preocupa a la comunidad educativa y científica es que frecuentemente alumnos y alumnas abandonan el estudio de las ciencias en cuanto tienen oportunidad de hacerlo, lo que se traduce en que cada vez haya un menor número de estudiantes universitarios en las carreras científicas, comprometiendo a largo plazo la capacidad de innovación y calidad de la investigación que se realizará en Europa en los próximos años (Gago et al., 2004; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005; OECD, 2006; Rocard et al., 2007; Vilches y Gil, 2007; Cervelló, 2010). Una de las últimas referencias a esta tendencia la encontramos en el informe de la OCDE de 2018 “PISA for Development Science Framework” (OECD, 2018) donde se mencionan las



preocupaciones en muchos países de la OCDE sobre la disminución del interés percibido en el estudio de la ciencia por parte de los jóvenes, especialmente las niñas.

Cabe destacar que, a pesar de que la finalidad de la enseñanza haya cambiado y el objetivo central esté orientado hacia la educación de una ciudadanía responsable, muchos autores sostienen que el enfoque de la enseñanza de las ciencias no ha variado demasiado, de modo que sigue siendo en muchos casos de carácter propedéutico (Furió et al., 2001; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005; Membiela, 2011).

La ausencia de las interacciones CTSA, es decir, la desconexión entre la ciencia que se enseña y el mundo que rodea al alumnado es, como viene indicando la literatura desde hace mucho tiempo, una de las posibles causas del desinterés hacia las ciencias y su estudio y de las actitudes negativas de los estudiantes (Solbes y Vilches 1992, 1997 y 2004; Ribelles, Solbes y Vilches 1995; Solbes et al., 2007; Caballero et al., 2018).

En definitiva, además de contribuir a despertar el interés de los estudiantes hacia la actividad científica, incluir las interacciones CTSA ayuda a garantizar a todos los ciudadanos los conocimientos científicos y técnicos necesarios para que las personas puedan comprender un mundo cada vez más tecnificado; hace posible que el alumnado aprenda qué es la ciencia y la tecnología y cómo trabajan, para adquirir destrezas que les permitan razonar mejor y resolver problemas de la vida cotidiana; estimula el desarrollo de un interés crítico por dicha actividad, generando actitudes que les permiten valorar el papel que la ciencia juega en nuestras vidas, preparando así el camino para que, en el futuro, puedan participar colectivamente en la solución de los problemas con que se enfrenta la sociedad de la que forman parte (Furió et al., 2001).

Actualmente, puede decirse que buena parte de la investigación en didáctica de las ciencias tiene una relación directa con la perspectiva CTSA y campos vinculados que se han ido desarrollando paralelamente, como son los estudios sobre la Naturaleza de la Ciencia, las Cuestiones Socio-Científicas, la Educación para la Sostenibilidad. Además, hay que añadir que los asuntos relativos a la ciencia, la tecnología y su importancia en la definición de las condiciones de la vida humana desbordan el ámbito académico para convertirse en centro de atención e interés del conjunto de la sociedad (Solbes y Vilches, 2004; Palacios et al., 2001), algo que ha llevado incluso a la incorporación de un nuevo campo de conocimientos: la Ciencia de la Sostenibilidad (Komiyama y Takeuchi, 2006; Vilches y Gil, 2015).

Como se ha puesto de manifiesto, las interacciones CTSA constituyen una dimensión esencial en la enseñanza de las Ciencias Experimentales. Por este motivo, en el presente trabajo se pretende estudiar cómo ha evolucionado la atención concedida a dichas interacciones en la educación en ciencias. En concreto, este estudio pretende dar respuesta a algunas de las siguientes preguntas de investigación:



Capítulo 1. Planteamiento del problema a investigar y justificación de su importancia

- ¿El currículo de asignaturas de ciencias y tecnología en los diferentes cursos de Educación Secundaria incorpora suficientemente las interacciones CTSA?
- ¿Qué atención presta en la actualidad la investigación en didáctica de las ciencias a las interacciones CTSA? ¿Ha mejorado respecto a hace algunos años? En concreto:
 - En las revistas de Enseñanza de las Ciencias ¿están presentes las relaciones CTSA?
 - ¿Qué tendencias se observan en la atención a las relaciones CTSA en los congresos más relevantes de didáctica de las Ciencias Experimentales en la última década?
 - En la última década, ¿cuál ha sido la evolución del número de tesis doctorales y TFM realizados en la UV en el campo CTS, con énfasis en la A?

Y por lo que se refiere a su integración en las aulas de ciencias:

- ¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tiene el alumnado de Secundaria? ¿Conoce las relaciones CTSA?



CAPÍTULO 2

ENUNCIADO Y FUNDAMENTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS. MARCO TEÓRICO

Tras reflexionar sobre las preguntas planteadas en el capítulo anterior, teniendo en cuenta las investigaciones previas realizadas en este campo, se plantean las siguientes respuestas tentativas que se enuncian como hipótesis de este trabajo.

La primera hipótesis formulada es:

Hipótesis 1. *El currículum actual de las asignaturas científico-tecnológicas en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, en general, presta atención a las interacciones de la Ciencia con la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente en que se insertan.*

La puesta a prueba de esta primera hipótesis conlleva las siguientes consecuencias contrastables:

- Los currículos de las asignaturas científico-tecnológicas muestran referencias a la dimensión CTSA a lo largo de todos los cursos de la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato.
- La presencia de contenidos que prestan atención a las relaciones entre ciencia y tecnología y a las influencias existentes entre ciencia, sociedad y ambiente es mayor en asignaturas científico-tecnológicas optativas que en las asignaturas troncales del currículum.

Por otro lado, teniendo en cuenta la influencia de la investigación en los avances curriculares, nos planteamos una segunda hipótesis:

Hipótesis 2. *La atención prestada a las interacciones CTSA en la investigación didáctica, en general, ha tenido una evolución positiva.*

La puesta a prueba de la hipótesis implica una serie de consecuencias contrastables, o sub-hipótesis, las cuales se enuncian a continuación:

- La atención a las interacciones CTSA en las revistas de investigación en didáctica de las ciencias ha sido creciente en los últimos años, en particular por lo que se refiere al campo de la problemática socioambiental.
- Algo semejante es de esperar si analizamos las tesis doctorales y TFM realizados en la UV en el campo CTS, con énfasis en la A.
- En los congresos más relevantes de didáctica de las Ciencias Experimentales, la atención a las relaciones CTSA en la última década ha sido importante.

En relación con lo anterior, se plantea una tercera hipótesis:



Hipótesis 3. *Aunque la atención a las interacciones CTSA ha aumentado en general en el campo de la investigación educativa, la repercusión en la enseñanza de las ciencias en Educación Secundaria no ha seguido el mismo impulso y resulta todavía insuficiente.*

Esta hipótesis está reforzada por las sub-hipótesis:

- Cabe esperar visiones descontextualizadas de la ciencia y los científicos por parte del alumnado de Secundaria, así como un desconocimiento de las interacciones CTSA.
- La atención que los docentes y libros de texto de Secundaria prestan a las interacciones CTS es todavía insuficiente

Por lo que se refiere a la tercera hipótesis, en este Trabajo Fin de Máster vamos a iniciar su puesta a prueba a través del estudio de las concepciones del alumnado. En una segunda fase de la investigación, que se tiene previsto realizar con la tesis doctoral, se desarrollará el análisis de la atención a las relaciones CTSA por parte de los docentes, así como de los libros de texto y materiales didácticos.

Teniendo en cuenta las investigaciones previas que se han realizado y contrastándolas con la situación actual, nos centraremos a continuación en la fundamentación de las hipótesis que orientan la investigación, es decir, en el marco teórico que las sustenta.

2.1 EL MOVIMIENTO CIENCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDAD

Comenzamos este apartado analizando los inicios del denominado movimiento CTS, origen de la Educación CTS que nos ocupa en el TFM.

2.1.1 ORIGEN DEL MOVIMIENTO CTS

Tras la Segunda Guerra Mundial, el progreso científico era considerado un sinónimo de bienestar social. Sin embargo, durante los años 60, distintas causas como las catástrofes relacionadas con desastres nucleares y de la industria química, la carrera armamentista de Estados Unidos y la Unión Soviética, el genocidio yanqui en Corea y Vietnam, las manipulaciones irresponsables de los insecticidas y fertilizantes, envenenamientos farmacéuticos, derramamientos de petróleo, etc., desencadenaron un proceso vigoroso de cuestionamiento de la ciencia y la tecnología y sus consecuencias sociales (González García et al., 1996; Solbes, 2002; Martínez, 2004).

Se planteó la necesidad de construir un campo específico de reflexión en el que, mediante el diálogo de las ciencias sociales y naturales, se pudiera tener una visión ajustada de las consecuencias socioculturales de la ciencia y la tecnología (Snow, 1964 citado en Becerra, 2010).



También en el plano de la práctica política, se desarrollaron diversos movimientos sociales de carácter crítico como respuesta informal e institucional a las preocupaciones públicas sobre los impactos de la ciencia y la tecnología en la sociedad. Entre estos movimientos se destacaron en Inglaterra y Estados Unidos:

- Science for the People (Ciencia para el Pueblo);
- British Society for the Social Responsibility (Sociedad Británica para la Responsabilidad Social en Ciencia).
- Defensores de la tecnología alternativa
- Environmental Protection Agency (EPA, Agencia de Protección Ambiental);
- Occupational Safety and Health administration (OSHA, Agencia de salud y Seguridad laboral);
- Office of Technology Assessment (OTA, Oficina de Evaluación de Tecnología);
- Nuclear Regulatory Commission (NRC, Comisión de Regulación Nuclear).

Paralelamente a estos movimientos políticos, los movimientos denominados grupos contraculturales, asociaciones pacifistas, organizaciones ecologistas o feministas, académicos y sector educativo que estaban en contra de la clásica imagen esencialista de la ciencia y de sus relaciones con la tecnología y la sociedad fueron elementos clave en la aparición y desarrollo de esta actitud crítica y cautelosa con la ciencia y la tecnología. Todo ello sin olvidar, a principios de los años 60, el impacto social que produjo la publicación del libro de Rachel Carson (1962) “Primavera silenciosa”, muy relacionado con el surgimiento a su vez de los movimientos ecologistas y CTS y el origen de la Bioética.

La convulsión sociopolítica se ve reflejada en el ámbito del estudio académico y de la educación con el nacimiento del Movimiento Internacional de Estudios CTS (Medina y Sanmartín, 1990; González García et al., 1996; Ibarra y Cerezo, 2001).

El cambio académico de la imagen de la ciencia y la tecnología es un proceso que comienza en los años 70. La clave se encuentra en presentar la ciencia-tecnología como un proceso inherentemente social donde los elementos no técnicos (por ejemplo, valores morales, convicciones religiosas, intereses profesionales, presiones económicas, etc.) desempeñan un papel decisivo en su génesis y consolidación. A su vez, numerosos autores llaman la atención sobre las consecuencias ambientales y sociales del desarrollo científico-tecnológico y sobre la necesidad de reflexionar y proponer líneas de acción (López Cerezo, 1998).

En su proceso de consolidación como nuevo campo disciplinar, los estudios CTS se concentran sobre todo en tres ámbitos: la investigación, la política y la educación (Waks, 1990; González, et al., 1996; Pavón, 1998):



- En el de la investigación, promoviendo una visión socialmente contextualizada de la ciencia y la tecnología como proceso social.
- En el de las políticas de ciencia y tecnología, defendiendo creación de organismos que posibilitan y potencian la participación pública en la toma de decisiones en cuestiones de política y de cuestión científico-tecnológica.
- En el educativo, contribuyendo con una nueva y más amplia percepción de la ciencia y la tecnología con el propósito de formar una ciudadanía alfabetizada científica y tecnológicamente tanto en la educación secundaria como universitaria.

En este sentido, cabe destacar, además, que en el desarrollo de la corriente CTS se observan dos tendencias principales, con distintos intereses y puntos de partida: una de origen europeo y otra de origen norteamericano (González García, 1996; López Cerezo, 1998). Ambas tradiciones coinciden en resaltar la dimensión social de la ciencia y la tecnología y se oponen a la visión tradicional y anacrónica de ambas, en la que la naturaleza de la ciencia es vista como forma autónoma de conocimiento y la tecnología como ciencia aplicada. Sin embargo, existen importantes diferencias en enfoque y objetivos entre ambas tradiciones, que pueden caracterizarse por la referencia a dos posibles vertientes de la dimensión social de la ciencia y la tecnología:

- La tradición europea coloca el énfasis en la dimensión social antecedente de los desarrollos científico-tecnológicos. Es decir, en los condicionantes sociales de la ciencia. Es, por tanto, una tradición de investigación académica más que educativa o divulgativa.

Su interés se centra en describir cómo participan en la formación y aceptación de las teorías científicas una diversidad de factores económicos, políticos, culturales, etc.

- La tradición americana se ha centrado más bien en las consecuencias sociales y ambientales de los productos tecnológicos, descuidando en general los antecedentes sociales de los mismos. Tiene un marcado carácter revolucionario asociándose a movimientos de protesta social producidos durante los años 60 y 70. El movimiento pragmatista norteamericano y la obra de activistas ambientales y sociales como la ya citada R. Carson o E. Schumacher son el punto de partida de este movimiento en los EEUU. Al contrario que la europea, tiene un carácter más bien práctico y un alcance valorativo, que implica la presencia de una reflexión educativa y ética, así como un especial interés en la democratización de los procesos de toma de decisiones en políticas tecnológicas y ambientales.

Conviene resaltar que esta distinción entre ambas tradiciones solo se da realmente en la primera década de estudios CTS, ya que los límites entre ambas se han ido difuminando con el tiempo.

Como respuesta a estas corrientes de activismo social e investigación académica que reclamaban una nueva forma de entender la ciencia, la tecnología y sus relaciones con la



sociedad, la educación CTS se extiende a principio de los años 80 desde los países pioneros, principalmente Estados Unidos, Reino Unido y Países Bajos, hasta un nivel internacional con la aparición de numerosas propuestas para desarrollar un pensamiento más crítico y contextualizado.

A pesar de que todos los niveles y modalidades educativos son apropiados para llevar a cabo los cambios en metodologías y contenidos, el mayor desarrollo de la educación CTS se produjo en enseñanza superior originalmente y después en enseñanza secundaria, de la mano de la National Science Teachers Association norteamericana y de la Association for Science Education británica (Yager, 1992; Solomon, 1993; Furió y Vilches, 1997; Cerezo, 1999).

Los programas, materiales y estudios fueron expandiéndose. Se desarrollaron programas CTS pioneros en Universidades como la de Cornell (Nueva York) en 1969, que buscaba desarrollar cursos universitarios que trataran temas relevantes sobre los problemas del mundo de forma interdisciplinar. También en Lehigh (Pensilvania) en 1972 y en el MIT (Massachusetts) en 1977 se desarrollaron programas CTS en los estudios de ingeniería con el objetivo de añadir una capa cultural a los programas puramente técnicos ofrecidos a los estudiantes y de introducir la influencia de las fuerzas sociales, políticas y culturales en la ciencia y la tecnología, así como el impacto de las tecnologías e ideas científicas en la vida de la gente (González et al., 1997 citado en Cabezas 2016). En todos estos programas, el profesorado y los estudiantes involucrados reconocen la problemática de la ciencia y la tecnología en la sociedad contemporánea. En ellos son interesantes temas como el trabajo y el ocio en la era de la mecanización, la pérdida de privacidad, la energía y las armas nucleares, la informática y una gran variedad de temas medioambientales y energéticos incluyendo la problemática del desarrollo sostenible.

La expansión de los estudios CTS se produjo también a otros países de la Europa continental, como Francia, Alemania o los países escandinavos, así como a Australia y Canadá donde tiene lugar una rápida consolidación académica y educativa.

En la década de los 80 llega al ámbito académico e institucional en los países iberoamericanos donde se consolidará en los años 90 y se extenderá hasta el presente. (Solbes y Vilches, 1997; López Cerezo 1998; Luján y López Cerezo, 2009).

Resulta interesante hacer una mención especial a las autoras Pedretti y Nazir (2011) que han caracterizado seis corrientes o perspectivas en el campo de estudios CTS que se han desarrollado desde los orígenes del movimiento: la corriente de aplicaciones o diseños, la corriente histórica, la perspectiva de razonamiento lógico, la sociocultural, la centrada en valores y la corriente de eco-justicia social.

La primera corriente pone de relieve el vínculo entre la ciencia y la tecnología. Hace alusión a aquellos trabajos centrados en el diseño de aparatos o instrumentos por parte de los estudiantes con el propósito de favorecer la comprensión de conceptos científicos e



interpretar aplicaciones tecnológicas. También se establecen situaciones problema para que los estudiantes desarrollen explicaciones científicas y tecnológicas. Ha sido criticada por un cierto reduccionismo del proceso de enseñanza-aprendizaje a la construcción de artefactos o a la resolución de problemas, sin el análisis de los valores y contextos socioambientales de dicha construcción.

La corriente histórica se centra en la ampliación de la comprensión de los estudiantes de la integración histórica y sociocultural de las ideas científicas y el trabajo de los científicos. El objetivo más amplio de la educación científica desde esta perspectiva es la promoción de la ciencia como un tema que vale la pena por su valor intrínseco, es decir, una búsqueda interesante, emocionante, y necesaria (Nepote 2011). Resulta esencial para la enseñanza CTSA, ya que ofrece una fundamentación teórica sobre el desarrollo y funcionamiento de la ciencia y la tecnología en la sociedad. Así, es posible entender la ciencia como una actividad humana vinculada a valores, debates e intereses. En la corriente histórica hay una clara tendencia hacia la inclusión de la filosofía de la ciencia y las perspectivas de la Naturaleza de la Ciencia, ya que permite la exploración de complejas cuestiones epistemológicas (Jenkins, 1989; Hackett, 2000; Pedretti, 2003).

El razonamiento lógico representa una corriente de pensamiento centrado en cómo pueden aprovecharse las cuestiones socio científicas en el aula de ciencias (Aikenhead, 1994; Martínez y Parga, 2013; Ruiz, Solbes y Furió, 2013; Solbes, 2019). El objetivo es mejorar la comprensión de los estudiantes sobre las controversias socio científicas, frente a las cuales era necesario que, como futuros ciudadanos, desarrollen actividades cognitivas complejas que les permitan tomar decisiones de manera responsable. El análisis de las controversias requiere del razonamiento lógico para la adopción de determinadas posiciones y acciones frente a cuestiones como el consumo de alcohol o de alimentos transgénicos, entre otras. Este tipo de razonamiento es importante para la argumentación y para la toma de decisiones, pero puede ser insuficiente a la hora de tratar asuntos éticos y de emitir juicios de valor.

La corriente centrada en los valores busca mejorar la comprensión de los y las estudiantes sobre casos particulares de la ciencia y la tecnología que tratan dilemas morales y la toma de decisiones a través de una consideración explícita de la ética y el razonamiento moral (Bell y Lederman, 2003; Sadler y Donnelly, 2006; Zeidler et al., 2002). El objetivo general de la educación científica desde esta perspectiva es la promoción de la ciudadanía y la responsabilidad cívica a través de la transacción de ideas mediante enfoques afectivos, morales, lógicos y críticos.

La corriente sociocultural pone de relieve una enseñanza intercultural que valora la ciencia y la tecnología en cuanto construcción valiosa de la cultura occidental, pero a su vez, otorga la misma importancia a los saberes de otras culturas. Así se basa en una visión holística, reflexiva y afectiva (Aikenhead, 2001; Sutherland, 2005; Tippins, Mueller y van Eijck, 2010).



La corriente de eco-justicia social es la más reciente y trata no solo de comprender los impactos de la ciencia y la tecnología en la sociedad y el medio ambiente, sino de ofrecer una crítica y una solución a esos problemas a través de la acción humana. Resalta la necesidad de formar a los estudiantes para generar procesos de cambio social que contribuyan a la construcción de una sociedad más justa y sustentable (Pérez y Bravo, 2018). Las experiencias que se han desarrollado bajo esta perspectiva han centrado la atención en problemas socioambientales cercanos a las escuelas, de manera que los estudiantes desarrollen acciones y actitudes inmediatas de reflexión y cambio. También se pueden tratar problemas de interés mundial, como el calentamiento global o el agotamiento de fuentes de energía, para que se construyan, con los estudiantes, alternativas de acción social responsable.

2.1.2 LAS INTERACCIONES CTS EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA

Durante los años 70 se hace efectiva la extensión de la obligatoriedad de la Educación Secundaria hasta los 15 o 16 años, según países. En el caso español se incorporó experimentalmente desde finales de los 80 y en los 90 se extendió definitivamente la educación obligatoria hasta los 16 años. En esos años, la educación CTS va teniendo cierta presencia en los distintos niveles de Educación Secundaria (Waks, 1990; Acevedo 1994, 1995 y 1996), con el objetivo de cambiar actitudes negativas crecientes hacia la ciencia y su enseñanza detectadas en diferentes estudios y contextualizar la ciencia poniendo de relieve sus relaciones con la tecnología, la sociedad y el ambiente, tratando también de mejorar el aprendizaje al conectarlo con los intereses de los estudiantes (Solbes y Vilches, 1989 y 1992).

Entre las vías utilizadas para introducir la orientación CTS en los currículos de ciencias en la enseñanza general se encuentran las siguientes:

- La inclusión de actividades CTS dentro de los módulos o unidades sin alterar el programa habitual. Ejemplo de ello son el proyecto británico SATIS (Obach, 1995) y el proyecto Ciencia a través de Europa, en el cual participaron escuelas de diversos países europeos (Parejo 1995).
- La estructuración de los cursos de ciencia tomando como punto de partida problemas que afectan a los seres humanos, o resultados prácticos de la ciencia y la tecnología. En esta línea pueden ubicarse proyectos como el británico SALTERS (Obach, 1995) y el norteamericano APQUA (Medir, 1995; Medir y Abelló, 1999).
- La introducción de una asignatura CTS a través de los denominados proyectos CTS “puros” en los que se enseña CTS y el contenido científico juega un papel subordinado, por ejemplo, las asignaturas Ciencia Tecnología y Sociedad. Esta vía, la más extendida



en la educación universitaria, también se ha utilizado en los cursos superiores de la Educación Secundaria (Fernández, 1995).

· La definición en los currículos de temas o ejes ‘transversales’ (relativos a la educación en valores, la educación ambiental, energética, para la salud, etc.) como intento de integrar problemáticas de gran interés al currículo escolar, impregnando de ellas a las diferentes asignaturas. Este ha sido un camino seguido en la enseñanza general de diversos países, sobre todo a partir de la década de 1990.

En España, el Instituto de Investigaciones sobre Ciencia y Tecnología (INVESCIT), que continúa activo actualmente, fue el encargado de introducir los estudios CTS entre finales de los años 80 y principios de los 90. Este instituto, que había sido fundado en 1985 por un colectivo de académicos de las Universidades de Barcelona, Valencia, Oviedo y el País Vasco, se dedicó a desarrollar investigaciones interdisciplinares, publicaciones, congresos y cursos de CTS en diversas universidades (Membiola, 2001)

En el ámbito académico en nuestro país, las interacciones CTS empezaron a tenerse en cuenta en los 90 como una dimensión esencial en la Enseñanza de las Ciencias que mostraba una visión más real y contextualizada de la ciencia a la vez que contribuía a mejorar el aprendizaje y despertar el interés del alumnado hacia las ciencias. Además del objetivo de impregnar el currículo de forma transversal con contenidos CTS, las interacciones CTS fueron introducidas a través de una asignatura optativa en los Bachilleratos LOGSE para abordar específicamente el papel de la ciencia y la tecnología en la transformación del medio natural y la propia condición humana en las generaciones jóvenes. Las diferentes reformas educativas han variado la atención prestada a CTS a lo largo de las últimas décadas y algunos autores señalan que, en la actualidad, su tratamiento sigue siendo insuficiente en las áreas tanto de ciencias como de tecnología (Cabezas, 2016). La educación CTS también se ha constituido en diferentes momentos curriculares como un añadido transversal para asignaturas de ciencias de la etapa de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato (Cano, 2017).

A este respecto, conviene señalar, que el currículo en estas etapas ofrece un amplio espectro de contenidos que presentan numerosas oportunidades para enseñar los contenidos innovadores desde una perspectiva CTS y de Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología. No obstante, desde la investigación didáctica se advierte sobre las grandes dificultades de su enseñanza y se señala la necesidad de apostar por invertir en formar al profesorado de ciencias y disponer de mejores materiales didácticos para enseñar, que ayuden a dar mayor coherencia a su progresión en las diversas asignaturas (Vilches y Gil, 2012; Vázquez y Manassero, 2013a; Vázquez, Manassero y Bennassar, 2014).

En general, las metodologías de enseñanza planteadas para alcanzar los objetivos propuestos por la educación CTS son metodologías activas. Es decir, todas ellas tienen en común la importancia de la participación del estudiante en la construcción de conocimientos. Dentro de estas estarían, por ejemplo la enseñanza por indagación, por



investigación dirigida, a través de situaciones problemáticas de interés (Solbes y Vilches 1992 y 1997; Gil et al., 2005) y contarían con diferentes herramientas metodológicas como: el análisis de fuentes de información, aprendizaje basado en proyectos o mediante resolución de problemas abiertos, estudios de caso, actividades extracadémicas (visitas de museos, centros de investigación, participación en actividades comunitarias...) (Kolstø, 2001; Gordillo, 2009).

Cabría preguntarse cómo reflejan los libros de texto el enfoque CTS. En este sentido, los resultados mostrados en los estudios de García-Carmona (2008a) y García-Carmona y Criado en 2008 parecen ser desiguales. Según Perales y Aguilera (2020) estas metodologías deberían ser consistentes con las habilidades cognitivas de orden superior de los estudiantes (pensamiento crítico, toma de decisiones, planteamiento de cuestiones, resolución de problemas, entre otras).

Resulta interesante en este punto comparar las características de la enseñanza tradicional y la basada en CTS. Reproducimos a continuación, en el **Cuadro 2.1** una comparativa realizada por Lawrence et al. en 2001 y citada en el mismo estudio de Perales y Aguilera de 2020:

| ORIENTACIONES TRADICIONALES | ORIENTACIONES CTS |
|--|--|
| Los profesores y los libros de texto son las principales fuentes de conocimiento. | Los estudiantes buscan activamente la información que usan. |
| La ciencia es abstracta y no tiene relación con la Tecnología. | Los estudiantes ven la ciencia como una forma de tratar los problemas de la vida diaria. |
| Los estudiantes se concentran sobre problemas que son identificados por el profesor o los libros de texto. | Los estudiantes identifican problemas sobre ellos mismos o su comunidad y se responsabilizan de resolverlos utilizando la ciencia. |
| Se da una consideración mínima a la capacidad adaptativa humana. | Se enfatizan la adaptación humana y las futuras alternativas. |
| No se interpretan los valores en los problemas de la disciplina. | Se consideran las cuestiones relacionadas con las dimensiones en valores, éticas y morales de los problemas. |
| El currículo está centrado en los libros de texto, es inflexible; solo se considera el conocimiento científico válido (y desde una visión limitada del contenido). | El currículo está centrado en los problemas, es flexible y válido tanto cultural como científicamente. |
| La información está enmarcada en el contexto de la lógica y estructura de la disciplina. | La información se enmarca en el contexto del estudiante como una persona en un entorno social/cultural. |

Cuadro 2.1: Diferencia entre orientaciones tradicionales y CTS en Didáctica de las Ciencias (Lawrence, Yager, Sowell, Hancock, Yalaki, y Jablon, 2001, p.17).



2.1.3 TRAYECTORIA IBEROAMERICANA DEL MOVIMIENTO CTS

En el ámbito iberoamericano, el movimiento CTS se ha extendido y desarrollado notablemente en la investigación en enseñanza de las Ciencias Experimentales con la aportación de una gran cantidad de publicaciones, secciones en congresos de investigación de enseñanza de las ciencias o congresos monográficos, cursos y otras actividades con un claro reconocimiento por parte de la innovación e investigación en didáctica de las ciencias (Martins, 2000; Membiela y Padilla, 2005).

Cabe destacar como parte esencial de este proceso continuo de desarrollo el papel clave de algunas iniciativas, tales como números monográfico de revistas (ej. Alambique, REEC), los seminarios ibéricos sobre Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales que se vienen celebrando desde el año 2000, unido a la importante presencia de comunicaciones CTS en congresos como los Internacionales de Investigación de Enseñanza de las Ciencias o en los Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Las orientaciones del movimiento CTS ibérico, así como las prácticas o los ámbitos de intervención son muy diversas, aunque se podrían destacar características comunes a todas ellas (Membiela, 2005):

1. En contra de lo que ocurre habitualmente en didáctica de las Ciencias Experimentales, la innovación educativa ha tenido en muchos casos tanta relevancia como la investigación.
2. Se ha construido una comunidad ibérica de innovación e investigación formada por innovadores y/o investigadores portugueses y/o españoles en la que los seminarios ibéricos CTS han sido un elemento clave.
3. También se ha afianzado una consolidada asociación entre la comunidad de innovadores y/o investigadores de la Península Ibérica y América Latina en cuya formación ha jugado un papel muy importante la extensa actividad realizada a través de la OEI (Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura), por las revistas de enseñanzas de las ciencias o la apertura de los seminarios ibéricos CTS, posteriormente ampliados a Seminarios Iberoamericanos por el incremento en la participación de investigadores de países latinoamericanos (ver, por ejemplo, la Asociación Iberoamericana CTS, AIA-CTS y su web: <http://aia-cts.web.ua.pt>)

A este respecto, Strieder, Bravo y Gil (2017, p. 30) han agrupado las investigaciones en:

- a) Trabajos que estudian la evolución de la educación en CTS en términos cuantitativos, líneas temáticas, referencias más utilizadas o autores con mayor producción.
- b) Trabajos que abordan las semejanzas y diferencias entre CTS y otras perspectivas como las cuestiones socio-científicas, la enseñanza en contexto o la pedagogía de Paulo Freire.



c) Trabajos que hacen referencia a cómo se ha introducido CTS en los currículos escolares y cuáles han sido sus propósitos y propuestas implícitos.

2.2 LAS INTERACCIONES CTS Y OTROS CAMPOS DE CONOCIMIENTO

Basándonos en Martínez (2010 y 2012) podemos aproximarnos a las fases en que se han desarrollado los estudios CTS: origen, desarrollo, consolidación y ampliación.

Como se ha expuesto anteriormente, después de su origen en las décadas 60 y 70 del siglo XX y de la fase de desarrollo en los 80 y posterior consolidación en los 90, época en la que se contaba con currículos que incorporaban en alguna medida aspectos relacionados con CTS prácticamente en todos los continentes, se inició una etapa de ampliación de la atención a las relaciones CTS que incluía otras perspectivas.

Durante esta fase, que se sitúa en la primera década del siglo XX, según Martínez (2010), se produce una ampliación y una recontextualización del enfoque CTS, con la aparición de nuevas propuestas en la investigación didáctica como las denominadas cuestiones socio científicas (CSC), campo muy desarrollado en los últimos años. Las CSC constituyen problemas sociales reales de naturaleza filosófica y empírica que se utilizan para promover la alfabetización científica funcional y aumentar consiguientemente la comprensión de los estudiantes sobre el conocimiento científico. Chowdhury (2016) afirma que las CSC han demostrado tener éxito al conectar los problemas epistemológicos, morales, emocionales, éticos y culturales con la ciencia; asimismo han contribuido a comprender la naturaleza de la ciencia y a centrarse en los aspectos humanísticos y socializadores de las prácticas científicas.

Tanto este autor como Santos y Mortimer (2009) y Martínez (2010) consideran que los estudios en este campo vienen a complementar algunas carencias del movimiento CTS y se desarrollan en el marco del enfoque pretendiendo contribuir a la formación ciudadana, la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, la alfabetización científica y los análisis éticos y morales, entre otros aspectos.

En los siguientes apartados revisaremos las aportaciones de otros campos, también vinculados a las interacciones CTS, cuyos resultados contribuyen a fundamentar las hipótesis que orientan esta investigación.

2.2.1 CTSA, EDUCACIÓN AMBIENTAL Y EDUCACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD

Al considerar los retos y las tendencias actuales en la investigación sobre las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad en la educación científica, es necesario tener en cuenta el papel desempeñado por la creciente conciencia de la situación de emergencia planetaria



que estamos viviendo (Bybee, 1991). Una dosis de conciencia que ha afectado tanto a la comunidad científica, como a educadores, instituciones internacionales y a los movimientos ciudadanos.

La preocupación por los problemas sociales y medioambientales se ve reflejada en la creciente investigación llevada a cabo durante muchas décadas, desde el trabajo pionero de George Perkins Marsh (1807-1882) y otros, sobre el impacto de las actividades humanas en la naturaleza (Bergandi y Galangau-Quérat, 2008). Lógicamente, se pretende que la investigación tenga una fuerte incidencia en la educación. De hecho, las apelaciones a los educadores se han multiplicado a lo largo de los años con el objetivo de contribuir a la formación de ciudadanos capaces de participar en la toma de decisiones. Ejemplo de ello fue la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible (DEDS) proclamada por Naciones Unidas para el período entre 2005 y 2014 (Gil-Pérez et al., 2006; <http://www.oei.es/decada>) frente a la gravedad y urgencia de los problemas a los que se enfrenta la humanidad. El objetivo fundamental de la DEDS fue favorecer que todos los educadores asumieran el compromiso para que toda la educación, tanto formal (desde la Escuela Primaria a la Universidad) como no formal (museos, medios de comunicación...), prestase atención sistemática a la situación del mundo, con el fin de fomentar actitudes y comportamientos favorables para el logro de un Desarrollo Sostenible, favoreciendo así la Educación para la Sostenibilidad.

Una vez terminada la Década, en 2015 la Asamblea General de Naciones Unidas, fruto de una amplia participación de millones de personas, asociaciones, científicos, ONG, etc., aprobó la Agenda 2030 en la que se recogen los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que deben ser prioritarios para todos los gobiernos y todos los ciudadanos en los próximos quince años. Unos objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Estos 17 ODS pretenden impulsar el desarrollo sostenible (DS) de manera integrada, tal como se recoge en el preámbulo de la declaración (ONU, 2015), contando con la educación como un elemento clave para su logro (UNESCO, 2017).

Una educación con una perspectiva CTSA recogida explícitamente en el ODS 4 (educación de calidad) como “base para mejorar nuestra vida y el desarrollo sostenible. Además de mejorar la calidad de vida de las personas, el acceso a la educación inclusiva y equitativa puede ayudar a abastecer a la población local con las herramientas necesarias para desarrollar soluciones innovadoras a los problemas más grandes del mundo”.

En ese sentido, en relación con el campo de estudio que nos ocupa, merece especial atención la incorporación de la letra A de Ambiente en la expresión de CTS. Este hecho responde a la necesidad de dar mayor énfasis a la grave problemática ambiental que vivimos desde hace décadas (Vilches, Gil y Praia, 2011) y contribuye a dar una imagen más completa y contextualizada de las ciencias, ya que supone considerar la comprensión de cuestiones ambientales y de calidad de vida (Fernandes, Pires y Villamañán, 2014).



Para algunos, esta incorporación es innecesaria, ya que estas consecuencias ambientales forman una parte esencial de las relaciones CTS. Sin embargo, de la misma forma que la ciencia y la tecnología están vinculada a la sociedad pero se habla de CTS para contribuir a mostrar estas vinculaciones en la enseñanza de las ciencias, si se insiste en llamar la atención sobre estas relaciones CTS con el ambiente añadiendo explícitamente la letra A es porque, frecuentemente, ha sido la propia educación científica la que ha participado en el reduccionismo dejando a un lado la dimensión social en el tratamiento de las cuestiones ambientales y a la inversa (Aguar, Vilches y Peixoto de Brito, 2016).

Tanto el movimiento educativo CTSA como el relacionado con la educación para la Sostenibilidad han respondido y continúan respondiendo positivamente a los llamamientos de instituciones y expertos, orientando sus líneas de investigación y actividades educativas para que los ciudadanos y ciudadanas comprendan la gravedad de los problemas que enfrenta la humanidad y las medidas necesarias y posibles para contribuir a su solución.

Resulta evidente, pues, que el movimiento CTSA, la Educación Ambiental, así como la Educación para la Sostenibilidad convergen en sus objetivos. Una educación ambiental, claro está, que supere el reduccionismo y que no se centre únicamente en los aspectos físicos y biológicos del ambiente, descuidando la dimensión social. De hecho, uno de los principales desafíos para el logro de un futuro sostenible es fortalecer desde la EDS la convergencia del movimiento CTSA y de la educación ambiental en las tareas de investigación y la innovación educativa, para formar una ciudadanía susceptible de contribuir a la toma de decisiones informadas sobre cuestiones sociales y medioambientales (Vilches, Gil y Praia, 2011). En este sentido, el enfoque CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente) pretende contribuir a sentar las bases para un futuro sostenible (Vilches y Gil-Pérez, 2010).

Así mismo, la educación CTSA, la Educación Ambiental y de la Educación para la Sostenibilidad también confluyen en el campo de la educación ética, por cuanto convergen en ellas cuestiones valorativas que conllevan a resignificar la sociedad y el medio ambiente, así como los aspectos relacionados con la participación pública y la responsabilidad, desde la evaluación de las tecnologías con efectos en la sociedad y en el medio ambiente (Osorio y Torres, 2000).

Es importante destacar que, como respuesta a los llamamientos de instituciones y organismos internacionales, la atención a la Sostenibilidad en la educación ha ido creciendo en los últimos años y se ha incorporado en el currículum de los diferentes niveles educativos y especialmente en la formación del profesorado (Vilches y Gil, 2012; Medir, Heras y Geli, 2014). De hecho, las contribuciones a la Educación para la Sostenibilidad están teniendo una presencia creciente en jornadas, congresos y revistas educativas. Así lo muestran los numerosos monográficos dedicados a la Sostenibilidad y la Educación para la Sostenibilidad por publicaciones como, entre otras, Revista de Educación (2009), Trayectorias (2009), Revista Eureka (2010), Investigación en la



Escuela (2010), School Science Review (2010), Research in Science Education (2012), etc.

No obstante, el aún escaso desarrollo en las aulas de las perspectivas de la educación ambiental y para la sostenibilidad, genera ciertas dificultades de encaje teórico y práctico entre las diversas propuestas para el tratamiento de la problemática socio-ambiental como son las de la educación ambiental, las propuestas CTSA, los enfoques curriculares de alfabetización científica y tecnológica y los recientes planteamientos de educación para la sostenibilidad (Vilches, Gil y Cañal, 2010).

2.2.2 CTSA, NATURALEZA DE LA CIENCIA Y ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA

Vesterinen, Manassero y Vázquez (2014) argumentan que, desde su origen, la tradición CTSA ha evolucionado y ha producido algunas variaciones conceptuales que son actualmente áreas clave de la investigación y la enseñanza de la educación científica. Según estos autores, estas variaciones son las cuestiones socio-científicas, la alfabetización científica para todos y la naturaleza de la ciencia. Como herederos de la tradición CTSA, estos lemas encarnan, al mismo tiempo, una clara continuidad con los orígenes CTSA, y algunas discontinuidades, que surgen del desarrollo de sus propios paradigmas, añadiendo elementos originales al movimiento CTSA.

En este sentido, Acevedo y García-Carmona (2016) aseguran que los aspectos que ahora se reivindican, para una mejor comprensión de la Naturaleza de la Ciencia, han sido integrados desde un principio en la tradición CTSA para la enseñanza de las ciencias. En este marco, la Naturaleza de la Ciencia incluye toda una serie de cuestiones epistemológicas y sociológicas análogas a las del enfoque CTSA, como son: reflexiones respecto a la forma de producir conocimiento científico, los métodos para validarlo, los valores implicados en las actividades de la ciencia, las relaciones con la tecnología, la naturaleza de la comunidad científica, las relaciones de la sociedad con la ciencia y la tecnología, y las aportaciones de la ciencia a la cultura y el progreso de la sociedad.

Por otro lado, aunque los antecedentes de la alfabetización científica como finalidad educativa tienen una historia dilatada en la educación científica de algunos países, remontándose al menos hasta mediados del pasado siglo XX (Bybee, 1997; Chun et al., 1999; DeBoer, 1997, 2000; Hurd, 1998; Oliver et al., 2001; Gil y Vilches, 2004), puede decirse que fue durante la década de los noventa cuando, coincidiendo con las reformas educativas implantadas, la reivindicación de la necesidad de una alfabetización científica y tecnológica como parte esencial de la educación básica y general de todas las personas adquirió incluso la categoría de eslogan.

Alcanzar el máximo objetivo de la alfabetización científica conlleva asumir que la enseñanza de las ciencias no puede limitarse al conocimiento científico y tecnológico,



sino que las capacidades a desarrollar deben ser más holísticas y tener auténtica relevancia social para el alumnado, incluyendo los valores éticos y democráticos que se ponen en juego cuando intervienen la ciencia y la tecnología en la sociedad (Holbrook, 2000).

Los movimientos de alfabetización científica se han convertido en una exigencia urgente, en un factor esencial del desarrollo de las personas y de los pueblos, porque la enseñanza usual de las ciencias suele olvidar que su principal finalidad es preparar a los futuros científicos/ingenieros y a los ciudadanos conjuntamente para participar en una sociedad cada vez más moldeada por la investigación y el desarrollo en ciencia y tecnología (Aikenhead, 1994; Gil y Vilches, 2004).

En este sentido, las orientaciones educativas del movimiento CTSA en la enseñanza de las ciencias tienen un papel destacado en la alfabetización científica y tecnológica, pues las ideas derivadas de este movimiento son las que mejor pueden guiar una selección de contenidos básicos, relevantes y más útiles para todos los estudiantes, relacionados con la vida cotidiana y que puedan contribuir a su formación como ciudadanos responsables e informados, así como dar algunas pautas metodológicas para llevar a la práctica la alfabetización científica y tecnológica como innovación educativa (Acevedo, 1996).

La alfabetización científica es necesaria para formar ciudadanos conocedores del importante papel que la ciencia desempeña en la sociedad y en sus vidas personales y profesionales. Con la pretensión de que esta formación permita a los ciudadanos reflexionar y tomar decisiones apropiadas en temas relacionados con la ciencia y la tecnología habiendo mostrado tanto su enorme potencial como sus limitaciones (Aikenhead, 1985; Bingle y Gaskell, 1994; Gil et al., 1991; Solbes y Vilches, 1997; Gil y Vilches, 2004; Gil et al., 2005).

Desde esta perspectiva, se busca que la instrucción científica se inicie cuanto antes en las escuelas con el objetivo de cambiar la imagen pública de la ciencia evitando así que la población la perciba como algo ajeno, inasequible o peligroso. Se persigue cambiar la concepción de la ciencia como parte de la cultura, de los conocimientos o del saber que debe poseer cualquier persona instruida (Furió, et al., 2001; Acevedo, Vázquez, Manassero, 2003; Gil y Vilches, 2004).

Para alcanzar la alfabetización científica de los y las estudiantes la que nos referimos es imprescindible que el currículo se construya teniendo en cuenta la dimensión CTSA, mediante una educación científica contextualizada y socialmente relevante con el objetivo de formar ciudadanos capaces de participar de manera fundamentada en las controversias sociales que involucren a la ciencia en el mundo actual y en particular para que sean capaces de tomar decisiones sobre los problemas a los que se enfrenta la humanidad, y apreciar el papel de la ciencia y de la tecnología en la vida cotidiana (DeBoer, 2000; Solbes y Vilches, 2004; Gil et al., 2005; García-Carmona y Criado, 2012; García-Carmona et al., 2014; Fernandes, Pires y Villamañán, 2014; Fernandes, 2016; Fernandes, Pires y Delgado-Iglesias, 2016; Pérez, Bravo, 2018).



Santos y Mortimer (2009) señalan que la educación CTSA debe reconocer la importancia de una alfabetización científica y tecnológica para la toma de decisiones responsables en asuntos controvertidos que implican a la ciencia y la sociedad. A lo que Vilches et al. (2008) añaden la conexión de la educación CTSA con el desarrollo de una educación para un futuro sostenible, recordando la necesidad de preparar a una sociedad consciente de los problemas del planeta, capaz de adoptar medidas para superarlos.

En este sentido, la educación CTSA permite vincular discusiones externas a la educación científica con las prácticas escolares (Strieder, 2012) y promover una visión de la ciencia y la tecnología que va más allá de su visión como solucionadora de los problemas, reconociendo sus incertezas y limitaciones. Lo que implica acercarse a la idea de que el rumbo del desarrollo científico y tecnológico se encuentra marcado por una sociedad llena de desequilibrios políticos, económicos, culturales y ambientales (Strieder, Bravo-Torija y Gil-Quílez, 2017).

La rapidez y la trascendencia de los avances científicos y tecnológicos recientes plantean la necesidad de una ciudadanía científicamente culta, que conozca los hechos, pero también funcional, capaz de integrar nuevos conocimientos (Marco-Stiefel, 2003).

En la sociedad actual en la que cada día es más notoria la presencia de cuestiones de base científica sobre las que la ciudadanía debe tener una opinión fundamentada ya que le afecta tanto personal como socialmente (Pedrinaci et al., 2012), la ciencia ha dejado de ser un asunto que compete solo a los especialistas para convertirse en patrimonio y responsabilidad de todos y todas.

Según Lindsay (2011), los y las estudiantes necesitan nuevas competencias que les permitan relacionarse con la ciencia de otro modo y conectar el estudio de las ciencias con los problemas reales que vivimos en nuestra sociedad. Es por ello que fomentar y potenciar la alfabetización científica es ahora más importante que nunca, ya que a nivel social no solo nos enfrentamos a una cantidad creciente de problemas socio-ambientales como son el cambio climático, la biodiversidad, la investigación de células madre, la clonación, la nanotecnología, los organismos transgénicos, etc., sino que además, nos hallamos sometidos a la “sobreinformación” a través de los medios de comunicación, cuyo impacto es la presentación continua de información relacionada con la ciencia para los individuos. Es necesario que la ciudadanía adquiera unas competencias adecuadas para enfrentarse a estos temas de manera crítica y efectiva.

2.3 LA EDUCACIÓN CTS EN ESPAÑA. INTERÉS HACIA LAS CIENCIAS Y CTSA

En definitiva, puede afirmarse que la dimensión CTSA se ha impuesto como una de las recomendaciones más apoyada por la investigación en didáctica para la enseñanza de la ciencia y la tecnología. Esto queda patente por la atención que se viene dedicando a esta dimensión esencial de la enseñanza de las ciencias, desde hace décadas y en particular en



torno a cómo introducir y tratar las relaciones CTSA en el aula (Solbes y Tarín, 1996; Acevedo, 1996 y 1997; Acevedo-Romero y Acevedo-Díaz, 2002; Solbes y Vilches, 2004; Gordillo, 2005; Martínez y Duarte, 2006; Oliveira, 2006; García-Carmona, 2008a, 2008b; Arévalo, 2013; Palomar y Solbes, 2015; Mascarell y Vilches, 2016; Strieder et al., 2017).

Sin embargo, a pesar de la pujanza de la Educación CTSA, su influencia en el sistema educativo español ha sido hasta ahora reducida, tanto en la universidad como en la enseñanza secundaria. En esta última, se podría decir que hay un cierto nivel de toma de conciencia entre el profesorado sobre el interés de los enfoques CTS, pero al mismo tiempo todavía se está lejos de una extensa implantación en la escuela, fundamentalmente porque, como algunos autores señalan, esto supondría sin duda un profundo cambio en nuestro sistema educativo (Acevedo, Vázquez, Manassero, 2003).

Algunas investigaciones, a lo largo de las últimas décadas, han puesto de manifiesto que estas interacciones CTSA siguen sin ser tenidas en cuenta de forma adecuada en la enseñanza Secundaria por lo que se continúa fomentando una concepción aislada y descontextualizada que muestra una ciencia aproblemática y se olvida de los aspectos sociales, históricos, éticos, etc., del desarrollo científico (Gil et al., 1991; Ribelles, Solbes y Vilches, 1995; Solbes y Vilches, 1997 y 2004; Gil et al., 2005; Ferreira, 2006).

Cabe destacar que, a pesar de que la finalidad de la enseñanza haya cambiado y un objetivo central sea educar a la ciudadanía, muchos autores sostienen que el enfoque de la enseñanza de las ciencias no ha variado demasiado, de modo que sigue siendo en muchos casos fundamentalmente de carácter propedéutico (Furió et al., 2001; Vázquez et al., 2005; Membiela, 2011).

Precisamente, la ausencia de las interacciones CTSA es una de las posibles causas del desinterés hacia las ciencias y su estudio y de las actitudes negativas de los estudiantes, como viene indicando la literatura desde hace tiempo, debido a la desconexión entre la ciencia que se enseña y el mundo que les rodea (Solbes y Vilches 1992, 2004; Ribelles, Solbes y Vilches, 1995; Solbes et al., 2007 y 2013; Caballero et al., 2018).

En el mismo sentido, el informe Rocard, publicado en 2007 advertía de que los estudiantes perciben la educación científica como irrelevante y difícil, poniendo de manifiesto que existe una conexión entre las actitudes hacia la ciencia y su enseñanza (Rocard et al., 2007).

Como consecuencia de ello, muchos estudiantes de Secundaria abandonan los estudios de ciencias en cuanto les es posible. Estas tasas de abandono preocupan a la comunidad educativa y científica pues conllevan que cada vez haya un menor número de alumnos universitarios en las carreras científicas, comprometiendo a largo plazo la capacidad de innovación y calidad de la investigación que se realizará en Europa en los próximos años (Gago et al., 2004; Vázquez- Alonso et al., 2005; OCDE, 2006; Rocard et al.; 2007; Vilches y Gil, 2007; Cervelló, 2010). En este sentido, encontramos una referencia reciente



de la OCDE en su informe de 2018 “PISA for Development Science Framework” donde se mencionan las preocupaciones de políticas en muchos países de la OCDE sobre la disminución del interés percibido en el estudio de la ciencia por parte de los jóvenes, especialmente las niñas.

La Novena Encuesta sobre percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España (FECYT, 2018) indica que cuatro de cada diez españoles (40,6%) considera que el nivel de educación tecno-científica que ha recibido es bajo o muy bajo y solo un 12,5% lo califica de alto o muy alto. Asimismo, aunque el 56,9% de los encuestados considera importante saber sobre ciencia y tecnología en su vida cotidiana, más de la mitad (51,2%) asegura tener dificultades para comprenderla.

En esta línea, los informes ENCIENDE (Couso et al., 2011) y EURYDICE (2012) ponen de manifiesto la problemática que supone el bajo rendimiento del alumnado en ciencias. Sigue existiendo, por tanto, una fisura entre los aprendizajes promovidos por las ciencias en la escuela actualmente y las demandas sociales; o, dicho de otra manera, entre educación científica y sociedad. Por este motivo urge introducir cambios sustanciales en la enseñanza de las ciencias con la finalidad de alcanzar una relación positiva y fructífera entre actitud y enseñanza (Pedrinaci et al., 2012). Es por ello que desde hace años se vienen realizando investigaciones (Solbes, Montserrat y Furió, 2007; Vázquez y Manassero, 2008; Solbes, 2011; Lozano, 2012) para aplicar propuestas innovadoras que permitan afrontar el desinterés e incluso actitudes de rechazo hacia las ciencias.

A este respecto, Ariza et al. (2014) sostienen que desde la educación científica se debe seguir trabajando para alcanzar las demandas de alfabetización científica en la Educación Secundaria asegurando no solamente la formación de científicos de élite sino también la educación de ciudadanos críticos, para que puedan participar en los debates de problemas socio-científicos. Es decir, la educación científica tiene que formar tanto a científicos como a no científicos con el conocimiento, las competencias y los valores necesarios para poder contribuir a las demandas de nuestra sociedad (Furió et al., 2001).

Por otro lado, algunos autores hace años señalaban que la atención a las interacciones CTSA es insuficiente, al detectar frecuentemente visiones deformadas y descontextualizadas de la ciencia y los científicos en el alumnado. Indicaban también la escasa aceptación de las propuestas didácticas por parte del profesorado haciendo referencia a la importancia de lograr su implicación para llevar adelante las nuevas orientaciones (Martins, 2000; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2001; Solbes y Vilches, 2002).

Por ello, se ha puesto de manifiesto la necesidad de seguir profundizando en el análisis de la situación en las aulas, pues, a pesar de la incorporación explícita en el currículo de objetivos y contenidos CTSA para Secundaria y Bachillerato, los resultados obtenidos con estudiantes y profesores en sus investigaciones reflejan la escasa atención prestada a las repercusiones del desarrollo tecnocientífico, sus implicaciones sociales,



medioambientales, culturales, económicas, etc., desde la enseñanza de las ciencias (Solbes y Vilches, 2004; Solbes et al., 2007). Asimismo, Acevedo (2004) llega a la conclusión de que nos decantamos por enseñar a nuestros alumnos para prepararlos para estudios superiores únicamente, con una gran carga de academicismo y con una muy pequeña de funcionalidad, sin requerir apenas la utilización de los contenidos científicos para explicar situaciones cotidianas, de esta forma, no es de extrañar que muchos alumnos de las asignaturas de ciencias de la naturaleza en la Educación Secundaria no perciban ni compartan que lo que se les esté enseñando sea útil para su vida personal y para tomar decisiones (Martín-Díaz et al., 2013).

Por acción y sobre todo por omisión, convergiendo con lo que venimos señalando la investigación ha puesto de manifiesto que se transmite una imagen deformada de la ciencia y la tecnología, que corresponde según las propias palabras de Fernández et al. (2005), entre otras, con una visión descontextualizada, que ignora las relaciones CTSA, así como una concepción individualista y elitista.

Por otro lado, el estudio de Vázquez et al. (2013), que se llevó a cabo con 613 docentes de ciencias españoles, revela que la comprensión de las interacciones CTSA por parte de los propios profesores de ciencias es claramente asimétrica, y que coexisten en ellos tanto creencias positivas como negativas. A esto hay que añadir que la mayor parte del profesorado con formación estándar manifiesta seguir impartiendo clases magistrales, evidenciando que no implementan las innovaciones que estudian de forma teórica en los cursos de formación (Solbes et al., 2018). Todos estos factores pueden llevarnos a pensar que en general el alumnado no está recibiendo una educación CTSA.

A la vista de estos resultados, no es de extrañar que algunos autores reconozcan desde hace tiempo una brecha entre la investigación y la práctica educativa (Vilches y Gil Pérez, 2013; Perines, 2018; Esquivel et al., 2019). Ante esta situación, surge una demanda explícita de realizar investigaciones que palien la situación actual sobre la escasa transferencia de la investigación a las aulas buscando los mecanismos más adecuados y realizando una evaluación en términos de efectividad entre unas iniciativas y otras (Blanco-López et al., 2018).



CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA. DISEÑOS EXPERIMENTALES PARA LA CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

Para poner a prueba las hipótesis, se han elaborado una serie de diseños experimentales y herramientas de análisis que nos permitirán ver si los resultados son convergentes con las suposiciones que hemos planteado

3.1 DISEÑOS EXPERIMENTALES PARA LA PUESTA A PRUEBA DE LA 1ª HIPÓTESIS

Como ya se ha indicado en el capítulo anterior, la primera hipótesis señala:

El currículum actual de las asignaturas científico-tecnológicas en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato presta atención a las interacciones de la Ciencia con la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente en que se insertan.

Para ponerla a prueba, se ha elaborado un diseño con el que se pretende estudiar la atención concedida por parte del currículum actualmente vigente de las asignaturas científico-tecnológicas de las etapas de Educación Secundaria y Bachillerato a las interacciones de la Ciencia con la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente.

En el marco legislativo actual se establece la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) de 2013, aunque con moratorias en algunos de sus artículos como las diferentes reválidas. La normativa se establece mediante el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, donde se estipula el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato y se establecen las enseñanzas comunes mínimas para todo el Estado. El currículo de las asignaturas de Educación Secundaria se presenta organizado en tres partes: contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables para cada bloque en los que se dividen las diferentes asignaturas. Basándonos en el estudio realizado por Fernandes, Pires e Iglesias (2018), de los tres elementos del currículo, los estándares de aprendizaje evaluables son los elementos más específicos, pues permiten definir los resultados de aprendizaje y concretan lo que el alumno debe saber, comprender y saber hacer. Por este motivo, el instrumento que se utilizará para valorar la atención prestada en el currículum de las asignaturas científico-tecnológicas a las interacciones CTSA estará centrado en el análisis de los estándares de aprendizaje evaluables (EAE). Se emplearán dos instrumentos:

I) Un primer instrumento que permitirá contabilizar en cada bloque de cada asignatura el número de EAE seleccionados y clasificarlos según presten atención a la dimensión de la



relación de la Ciencia con la Tecnología (CT), o de estas con la Sociedad (CT/S) y el Ambiente (CT/A) (**ver Cuadro 3.1**).

| CURSO | ANÁLISIS ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES RD 1105/2014 | | | | |
|-------|--|----|------|------|----------|
| | BLOQUE | CT | CT/S | CT/A | CITA EAE |

Cuadro 3.1: Instrumento I para el análisis de EAE en el RD 1105/2014.

II) Un segundo instrumento que permitirá comparar la atención prestada a las relaciones CTSA por cada curso de cada asignatura científico-tecnológica, basándonos en la tasa de EAE seleccionados frente al total (**Cuadro 3.2**)

| | | TOTAL EAE CTSA | TOTAL EAE |
|---|------------------------|----------------|-----------|
| BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA | BYG 1º Y 3º ESO | | |
| | BYG 4º ESO | | |
| | B 1º BACH | | |
| | B 2º BACH | | |
| | G 2º BACH | | |
| CIENCIAS APLICADAS A LA ACTIVIDAD PROFESIONAL | CAAP 4º ESO | | |
| FÍSICA Y QUÍMICA | FYQ 2º Y 3º ESO | | |
| | FYQ 4º ESO | | |
| | FYQ 1º BACH | | |
| | F 2º BACH | | |
| | Q 2º BACH | | |
| CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL MEDIO AMBIENTE | CTMA 2º BACH | | |
| CULTURA CIENTÍFICA | CC 4º ESO | | |
| | CC 1º BACH | | |
| TECNOLOGÍA | TEC 1º, 2º, 3º ESO | | |
| | TEC 4º ESO | | |
| | TEC INDUSTRIAL 1º BACH | | |
| | TEC INDUSTRIAL 2º BACH | | |

Cuadro 3.2: Instrumento II para el análisis de EAE en el RD 1105/2014.



3.2 DISEÑOS EXPERIMENTALES PARA LA PUESTA A PRUEBA DE LA 2ª HIPÓTESIS

Una vez expuestas las herramientas para poner a prueba la primera hipótesis, se procederá a mostrar los diseños experimentales para comprobar la segunda hipótesis, que como se recordará enunciamos:

La atención prestada a las interacciones CTSA desde la investigación didáctica, en general, ha tenido una evolución positiva.

Para ello, se ha elaborado un diseño múltiple con el que se pretende estudiar desde tres ámbitos diferentes relacionados con la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales cuál ha sido la evolución de la atención prestada a las interacciones CTSA en la última década.

Así, en primer lugar, estudiaremos desde 2010 a la actualidad la presencia de dichas interacciones en las publicaciones de revistas de investigación didáctica, elegidas de entre las más relevantes y utilizadas en este campo. En segundo lugar, nos centraremos en analizar los Congresos de Enseñanza de las Ciencias y Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales (APICE) celebrados durante la última década. Por último, analizaremos la atención prestada a la dimensión CTSA en tesis doctorales producidas en la Universidad de Valencia y depositadas en el *Repositori d'Objectes Digitals per a l'Ensenyament la Recerca i la Cultura* (RODERIC).

Los instrumentos utilizados en este trabajo han sido validados por expertos en didáctica de las ciencias y en ocasiones recogen algunos ítems que se utilizaron con anterioridad en otros cuestionarios validados (Solbes y Vilches, 1989 y 1997).

Se presentan a continuación los diseños que se han empleado para poner a prueba la primera hipótesis anunciada, con cuya aplicación se espera encontrar un conjunto de respuestas convergentes.

3.2.1 DISEÑO PARA EL ANÁLISIS DE REVISTAS DE INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA

Para el análisis de revistas, se ha tomado la perspectiva metodológica de la investigación documental con enfoque cuantitativo (Franco, Gallego y Pérez, 2009; Franco y Ordoñez, 2020), teniendo en cuenta criterios como la indexación en bases de datos. El conjunto de revistas seleccionado está formado en primer lugar por algunas revistas de reconocido prestigio en investigación e innovación en Didáctica de las Ciencias en España. Además, se han analizado a título de ejemplo algunas revistas de ámbito internacional centradas en la investigación en didáctica de las ciencias (**Cuadro 3.1**). Cada revista se ha analizado entre los años 2010 y 2019 con el objetivo de examinar la



evolución de la atención prestada a las interacciones CTSA en ese período. Se analizará cada revista por número y volumen publicados cada año. Además de revisar y analizar los contenidos de las revistas seleccionadas, los posibles artículos con aportaciones han servido al mismo tiempo para ampliar la bibliografía y orientar esta investigación.

| Nombre de la revista | País | ISSN | Link del sitio web |
|---|----------------|-----------|---|
| EUREKA | España | 1697-011X | https://revistas.uca.es/index.php/eureka/issue/archive |
| DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y SOCIALES | España | 2255-3835 | https://ojs.uv.es/index.php/dces |
| ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS | España | 2174-6486 | https://ensciencias.uab.es/ |
| ÁPICE | España | 2531-016X | http://revistas.udc.es/index.php/apice/index |
| REVISTA ELECTRÓNICA DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS | España | 1579-1513 | http://reec.uvigo.es/ |
| SCIENCE EDUCATION | Estados Unidos | 1098-237X | https://onlinelibrary.wiley.com/journal/1098237x |
| SCIENCE & EDUCATION | Alemania | 1573-1901 | https://www.springer.com/journal/11191 |

Cuadro 3.3: Revistas de investigación analizadas.

En cada una de las revistas mencionadas se analizarán y recopilarán los artículos que giren en torno a las relaciones CTSA y los campos de investigación vinculados a esta: Objetivos de Desarrollo Sostenible, Educación para el Desarrollo Sostenible, Sostenibilidad, Cuestiones Socio-científicas y Naturaleza de la Ciencia, ya que, tal y como se ha expuesto anteriormente en el capítulo de fundamentación de las hipótesis, convergen en sus objetivos y se desarrollan en el marco de la educación CTSA.

En este sentido, los análisis se realizarán teniendo en cuenta en la selección de artículos los siguientes criterios:

- **La atención prestada directamente a los aspectos CTSA.** Así pues, se seleccionarán aquellas publicaciones que contengan explícitamente la expresión CTS, CTSA, ODS, EDS, Sostenibilidad, Cuestiones Socio-científicas o Naturaleza de la Ciencia en el título, el resumen, o en las palabras clave, lo que indica su deseo manifiesto de contribución a este campo.
- **La vinculación implícita o indirecta con el campo de investigación CTSA,** aunque no aparezcan explícitamente las palabras seleccionadas en el primer nivel de evaluación.



En relación con los trabajos que contribuyen a la dimensión CTSA pero que no tienen estos términos explícitos en el título, resumen o palabras clave, se expondrá una colección de fragmentos para una mejor comprensión de los criterios utilizados en los análisis.

Se emplearán cuatro instrumentos diferentes:

I) Un primer instrumento que permita contabilizar para cada revista el número de artículos por año que contengan explícitamente las siglas CTS, CTSA, ODS, EDS, Sostenibilidad, CSC, NdC, clasificados en función de su aparición en el título, resumen o palabras clave; el número de artículos por año relacionados implícitamente con el enfoque a pesar de no contener expresamente ninguno de los términos, clasificados en función de si se centran en la dimensión de la relación de la Ciencia con la Tecnología(C/T), la de la Ciencia con el Ambiente (C/A) o la de la Ciencia con la Sociedad (C/S). Asimismo, el cuadro recogerá información sobre el nivel educativo en el que se centran los artículos seleccionados, distinguiendo entre Educación Infantil, Educación Primaria, Educación Secundaria, Educación Superior o Formación del Profesorado (**ver Cuadro 3.4**).

II) Un segundo instrumento en el que se recogerá el número de artículos publicados por año en cada revista frente al cómputo total de artículos clasificados de la forma anteriormente indicada, en el que además se incluya información sobre su título y referencia bibliográfica (**ver Cuadro 3.5**)

III) Un tercer instrumento que permita analizar y comparar la evolución prestada a las interacciones CTSA por año durante el período 2010-2019 por las diferentes revistas, haciendo distinción entre los artículos relacionados explícita e implícitamente con la perspectiva CTSA. (**ver Cuadro 3.6**)

IV) Un cuarto y último instrumento que recoja el cómputo total de artículos publicados en la última década por cada revista frente a los artículos seleccionados por estar explícita o implícitamente relacionados con el enfoque CTSA, que permita analizar de forma general la atención prestada a las interacciones CTSA por cada una de ellas (**Cuadro 3.7**). Se trata de un análisis semi-cuantitativo que permitirá no solo detectar el número de contribuciones que prestan una mayor atención a la temática que nos ocupa, sino que, además, esperamos que dichos trabajos puedan ser útiles para fundamentar la investigación.

Según nuestra primera hipótesis, la mayoría de artículos de las revistas analizadas prestarán una atención significativa a las interacciones CTSA, así como a las corrientes de investigación relacionadas a las que hemos hecho referencia; y dicha atención será en general creciente a lo largo del período transcurrido desde 2010 hasta 2019.



| | | |
|-----------------------------|---|----------------|
| ANÁLISIS POR REVISTA | AÑO | |
| | ARTÍCULOS TOTAL POR AÑO | |
| | VINCULADOS EXPLÍCITAMENTE A CTSA | TÍTULO |
| | | RESUMEN |
| | | PALABRAS CLAVE |
| | ÁMBITO | CTS |
| | | CTSA |
| | | ODS |
| | | EdS |
| | | Sostenibilidad |
| | | CSC |
| | | NdC |
| | RELACIONADOS IMPLÍCITAMENTE CON CTSA | CT |
| | | CS |
| | | CA |
| | NIVEL EDUCATIVO | EI |
| EP | | |
| ES | | |
| SUPERIOR | | |
| PROFESORADO | | |

Cuadro 3.4: Instrumento I empleado en el análisis de las revistas de investigación didáctica.

| | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| ANÁLISIS POR REVISTA | AÑO | |
| | TRABAJOS EXPLÍCITOS CTSA | TÍTULO |
| | | RESUMEN |
| | | PALABRAS CLAVE |
| | | CTS |
| | | CTSA |
| | | ODS |
| | | EdS |
| | | Sostenibilidad |
| | | CSC |
| | | NdC |
| | IMPLÍCITOS CTSA | CT |
| | | CS |
| | | CA |
| | NIVEL EDUCATIVO | EI |
| | | EP |
| ES | | |
| SUPERIOR | | |
| PROFESORADO | | |
| TÍTULO DEL ARTÍCULO | | |
| REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA /DOI | | |

Cuadro 3.5: Instrumento II empleado en el análisis de las revistas de investigación didáctica.



| TASA DE ARTÍCULOS RELACIONADOS EXPLÍCITA E IMPLÍCITAMENTE | | | | | | | |
|---|--------|----------|-------|------|---------------------------|-------------------|---------------------|
| AÑO | EUREKA | DCCEEYSS | APICE | REEC | ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS | SCIENCE EDUCATION | SCIENCE & EDUCATION |
| 2010 | | | | | | | |
| 2011 | | | | | | | |
| 2012 | | | | | | | |
| . | | | | | | | |
| . | | | | | | | |
| . | | | | | | | |

Cuadro 3.6: Instrumento III empleado en el análisis de las revistas de investigación didáctica.

| ANÁLISIS GENERAL DE REVISTAS DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES | | | | | |
|--|----------------------------|---|---|--------------|--------------|
| REVISTA | TOTAL ARTÍCULOS ANALIZADOS | Nº ARTÍCULOS relacionados EXPLÍCITAMENTE CTSA | Nº ARTÍCULOS relacionados IMPLÍCITAMENTE CTSA | % EXPLÍCITOS | % IMPLÍCITOS |
| | | | | | |

Cuadro 3.7: Instrumento IV empleado en el análisis de las revistas de investigación didáctica.

3.2.2 DISEÑO PARA EL ANÁLISIS DE CONGRESOS CENTRADOS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Finalmente, exponemos el último diseño experimental utilizado para analizar la atención prestada a las interacciones CTSA en algunos de los principales congresos en torno a la enseñanza científica. Las bases de datos utilizadas para hacer el análisis han sido las siguientes:

| Base de datos | Congresos celebrados entre 2010-2019 |
|---|--------------------------------------|
| Actas Congresos Enseñanza de las Ciencias | Sevilla, 2017 |
| | Girona, 2013 |
| APICE | A Coruña, 2018 |
| | Badajoz, 2016 |
| | Huelva, 2014 |
| | Santiago de Compostela, 2012 |
| | Jaén, 2010 |

Cuadro 3.8: Congresos de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales analizados.



De la misma manera que en el diseño experimental para estudiar las revistas de investigación, se analizarán los congresos realizados entre los años 2010-2019 con la finalidad de seleccionar las posibles aportaciones publicadas en torno a las relaciones CTSA. En el análisis de las contribuciones presentadas en los congresos, se adopta la estrategia de análisis de contenido seguida por Aguilar, Vilches y Peixoto de Brito (2016) modificada para elegir las categorías y verificar las aproximaciones de las experiencias didácticas en relación con los puntos de referencia seleccionados.

Los análisis se realizaron teniendo en cuenta los siguientes criterios análogos a los del diseño anterior:

- **La atención prestada explícitamente a los aspectos CTSA.** Esto es, si en el título, el resumen, las palabras clave y el texto de las publicaciones aparecen las siglas CTSA propiamente dicha, así como referencias explícitas a los campos de investigación vinculados (ODS, EDS, Sostenibilidad, CSC, NdC).

- **La vinculación implícita con el campo de investigación CTSA,** aunque no aparezcan explícitamente las palabras seleccionadas en el primer nivel de clasificación.

En relación con los trabajos presentados en los congresos que se enmarcan dentro de un contexto que presta atención a las interacciones CTSA, pero que no tienen estos términos explícitos en el título o palabras clave, se expondrá una colección de fragmentos para una mejor comprensión de los criterios aplicados en los análisis.

Se emplearán tres instrumentos diferentes:

I) Un primer instrumento que permita contabilizar para cada congreso el número de contribuciones por línea o eje temático que contengan explícitamente las siglas CTS, CTSA, ODS, EDS, Sostenibilidad, CSC, NdC; el número de contribuciones por línea o eje temático relacionadas implícitamente con el enfoque a pesar de no contener expresamente ninguno de los términos mencionados, clasificados en función de si se centran en la dimensión relación de la Ciencia con la Tecnología (CT), la de la Ciencia con el Ambiente (CA) o la de la Ciencia con la Sociedad (CS). Asimismo, el cuadro permitirá recoger información sobre el título y la referencia bibliográfica y analizar para cada congreso la presencia o ausencia de eje/s CTS (**Cuadro 3.9**)

II) Un segundo instrumento en el que se recogerá la tasa de contribuciones explícitamente relacionadas con CTSA con respecto al total de contribuciones de cada línea (**Cuadro 3.10**).

III) Un tercer y último instrumento que recoja el cómputo total de contribuciones publicadas en cada congreso de la última década frente a las contribuciones seleccionadas por estar explícita o implícitamente relacionados con el enfoque CTSA, que permita analizar de forma general la atención prestada a las interacciones CTSA en cada una de ellos (**Cuadro 3.11**).



| | |
|--|------------------------|
| CONTRIBUCIONES QUE CONTIENEN EXPRESIONES EXPLÍCITAS DEL CAMPO CTSA | LÍNEAS |
| | ¿CONTIENE EJE CTS? |
| | CONTRIBUCIONES TOTALES |
| | CTSA |
| | CTS |
| | CSC |
| | ODS |
| | EDS |
| | SOSTENIBILIDAD |
| | NdC |
| CONTRIBUCIONES IMPLÍCITAMENTE RELACIONADAS CON EL CAMPO CTSA | CT |
| | CS |
| | CA |
| | REFERENCIA |

Cuadro 3.9: Instrumento I empleado en el análisis de los congresos de investigación en didáctica.

| LÍNEAS | % CONTRIBUCIONES EXPLÍCITAMENTE RELACIONADAS | % CONTRIBUCIONES IMPLÍCITAMENTE RELACIONADAS |
|--------|--|--|
|--------|--|--|

Cuadro 3.10: Instrumento II empleado en el análisis de los congresos de investigación en didáctica.

| ANÁLISIS CONGRESOS | | | | | | |
|--------------------|-------------------------|----------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|
| CONGRESO | TOTAL DE EJES TEMÁTICOS | EJES CTS | CONTRIBUCIONES TOTALES | CONTRIBUCIONES EXPLÍCITAS | CONTRIBUCIONES IMPLÍCITAS | % TOTAL |

Cuadro 3.11: Instrumento III empleado en el análisis de los congresos de investigación en didáctica.

3.2.3 DISEÑO PARA EL ANÁLISIS DE TESIS DOCTORALES Y TFM

Basándonos en la investigación de Mascarell (2017), el conjunto de aportaciones que se analizarán está formado por las tesis doctorales y TFM presentados en la Facultad de Magisterio, en particular en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universidad de Valencia y que se encuentren depositados en el *Repositori d'Objectes Digitals per a l'Ensenyament i la Recerca i la Cultura* (RODERIC) de la Universidad de Valencia.

Se analizará cada trabajo depositado entre los años 2000-2020 con la finalidad de contabilizar las posibles aportaciones publicadas en este período desde el enfoque CTSA.



Este diseño experimental consta de un instrumento con el que se recogerán el total de los trabajos de investigación depositados por miembros del Departamento, clasificados por año, así como según se relacionen explícitamente con la perspectiva CTSA o con las temáticas vinculadas (ODS, EDS, Sostenibilidad, CSC, NdC), entendiéndose como tal aquellos que contengan referencias explícitas e implícitas a las mismas (ver **Cuadro 3.12**). Este instrumento permitirá comparar el número de tesis y TFM que prestan atención a las interacciones CTSA con respecto al total de los depositados en el repositorio.

| AUTOR/A | TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN DEPOSITADOS | TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN RELACIONADOS CTSA | REFERENCIA/TÍTULO |
|---------|---------------------------------------|---|-------------------|
|---------|---------------------------------------|---|-------------------|

Cuadro 3.12: Instrumento II empleado en el análisis de tesis doctorales y TFM depositados en RODERIC.

3.3 DISEÑOS EXPERIMENTALES PARA LA PUESTA A PRUEBA DE LA 3ª HIPÓTESIS

En último lugar, exponemos la herramienta empleada para abordar la tercera hipótesis:

Aunque la atención a las interacciones CTSA ha aumentado en el campo de la investigación educativa, la repercusión en la enseñanza de las ciencias en Educación Secundaria no ha seguido el mismo impulso y resulta todavía insuficiente.

Como se ha mencionado en el capítulo anterior, en este Trabajo Fin de Máster vamos a iniciar la puesta a prueba de esta tercera hipótesis a través de un diseño que nos permita aproximarnos a las visiones que presenta el alumnado sobre la ciencia y los científicos, dejando su desarrollo en mayor profundidad para una segunda fase de esta investigación.

Para estudiar las visiones de los estudiantes acerca de la ciencia y los científicos se ha diseñado un cuestionario de siete preguntas abiertas, cuyo objetivo central es sus concepciones sobre la ciencia y en qué medida conoce las interacciones existentes entre la ciencia y la tecnología, las interacciones recíprocas entre la ciencia y la sociedad y las implicaciones existentes entre ciencia y ambiente. Se trata de un cuestionario validado, que se apoya en los utilizados en investigaciones anteriores del equipo adaptado para esta investigación.

El cuestionario se aplicó a una muestra de 70 estudiantes procedentes de los cursos de 1º, 3º y 4º de ESO de varios institutos y colegios concertados de Valencia.



A continuación, en el **Cuadro 3.13** se muestra el cuestionario dirigido a estudiantes. En el capítulo de resultados se indicarán con detalle las características de la muestra a la que se aplicará.

| CUESTIONARIO OPINIONES SOBRE CIENCIA DEL ALUMNADO |
|--|
| <p>Este cuestionario forma parte de un estudio para conocer las opiniones de los estudiantes de Educación Secundaria sobre el papel de la ciencia en nuestras vidas. Por tanto, no hay una forma correcta o incorrecta de responder a las cuestiones. Es muy importante que tengas en cuenta las siguientes recomendaciones:</p> <ul style="list-style-type: none">· No busques información en otras fuentes ni en otras personas. Se trata de saber tus opiniones y visiones personales.· Si no sabes qué contestar a alguna de las preguntas porque no tienes información para ello, no contestes.· Si sabes poco sobre alguna de las preguntas, responde con los conocimientos que tengas sobre el tema, toda información es válida y valiosa. <p>¡Muchas gracias por tu participación!</p> |
| <p>CURSO:</p> <p>GÉNERO:</p> <p>CENTRO EDUCATIVO:</p> |
| <ol style="list-style-type: none">1. Escribe cinco palabras sueltas que expresen cómo son para ti las ciencias experimentales (Física, Química, Biología, Geología, etc.)2. Explica qué es para ti ser un buen científico.3. ¿Qué relaciones existen entre ciencia y tecnología?4. Indica tres o más ejemplos de influencias de la ciencia en la historia de la humanidad.5. Indica tres o más ejemplos de influencias de la sociedad a lo largo de la historia en el desarrollo de la ciencia.6. Indica tres o más implicaciones de la ciencia en el medio ambiente.7. Realiza una valoración, sopesando ventajas e inconvenientes, del papel jugado por las ciencias en la vida de las personas. |

Cuadro 3.13: Cuestionario de opiniones sobre ciencia empleado para la puesta a prueba de la 3ª hipótesis.



En el siguiente cuadro se resume la categorización emergente en el análisis de cada ítem del cuestionario.

| PREGUNTA | CATEGORIZACIÓN | | | |
|---|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1. Valoración de las ciencias | PALABRAS POSITIVAS | PALABRAS NEGATIVAS | PALABRAS NEUTRAS | |
| 2. Definición de un buen científico | TÓPICOS | CARACTERÍSTICAS NEUTRAS/REALES | NO SABE/NO CONTESTA | |
| 3. Relaciones Ciencia-Tecnología | VISIÓN ADECUADA | VISIÓN PLAUSIBLE | VISIÓN ERRÓNEA O INCOMPLETA | NO SABE/NO CONTESTA |
| 4. Influencia Ciencia-Sociedad | RECONOCEN 3 O MÁS EJEMPLOS | RECONOCEN 1 O 2 EJEMPLOS | RESPUESTAS INCORRECTAS | NO SABE/NO CONTESTA |
| 5. Influencia Sociedad-Ciencia | RECONOCEN 3 O MÁS EJEMPLOS | RECONOCEN 1 O 2 EJEMPLOS | RESPUESTAS INCORRECTAS | NO SABE/NO CONTESTA |
| 6. Implicaciones Ciencia-Medio Ambiente | RECONOCEN 3 O MÁS EJEMPLOS | RECONOCEN 1 O 2 EJEMPLOS | RESPUESTAS INCORRECTAS | NO SABE/NO CONTESTA |
| 7. Valoración general de la ciencia | VALORA ASPECTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS | VALORA ÚNICAMENTE ASPECTOS POSITIVOS | VALORA ÚNICAMENTE ASPECTOS NEGATIVOS | NO SABE/NO CONTESTA |

Cuadro 3.14: Categorización utilizada en el análisis del cuestionario para el alumnado.

Una vez expuestos los diseños experimentales propuestos para poner a prueba las hipótesis, en el siguiente capítulo mostraremos los resultados obtenidos y los analizaremos detalladamente.



CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE LOS DATOS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA PUESTA A PRUEBA DE LAS HIPÓTESIS

En este capítulo se analizan los datos obtenidos mediante los diseños experimentales concebidos para poner a prueba las hipótesis. También se presentan y discuten los resultados derivados. Los enfoques empleados son los predominantes en las ciencias sociales y humanas, es decir, la investigación cualitativa y la investigación cuantitativa. Así, y tras analizar distintos campos de la investigación en didáctica de las Ciencias Experimentales, podremos ver la convergencia o no de los resultados con las hipótesis.

4.1 RESULTADOS DE LA PUESTA A PRUEBA DE LA PRIMERA HIPÓTESIS: ANÁLISIS DEL CURRÍCULUM DE ASIGNATURAS CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

Como se ha explicado en el Capítulo 3, este diseño pretende analizar en qué medida el currículum de las asignaturas científicas y tecnológicas presta atención a los temas CTSA, así como comparar la atención concedida desde cada curso de cada asignatura científico-tecnológica, a través del análisis de los Estándares de Aprendizaje Evaluables (EAE) de la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) de 2013, con la que a través normativa establecida mediante el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, se estipula el currículum básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato y se establecen las enseñanzas comunes mínimas para todo el Estado.

A continuación, se presenta el **Gráfico 4.1**, donde se compara la atención prestada a la dimensión CTSA desde cada asignatura de carácter científico-tecnológico y para cada curso. En este caso, los porcentajes representan la proporción de EAE relacionados con la dimensión de interés con respecto al total de EAE que conforman el currículum de cada asignatura en cada curso ($N = 1174$.)

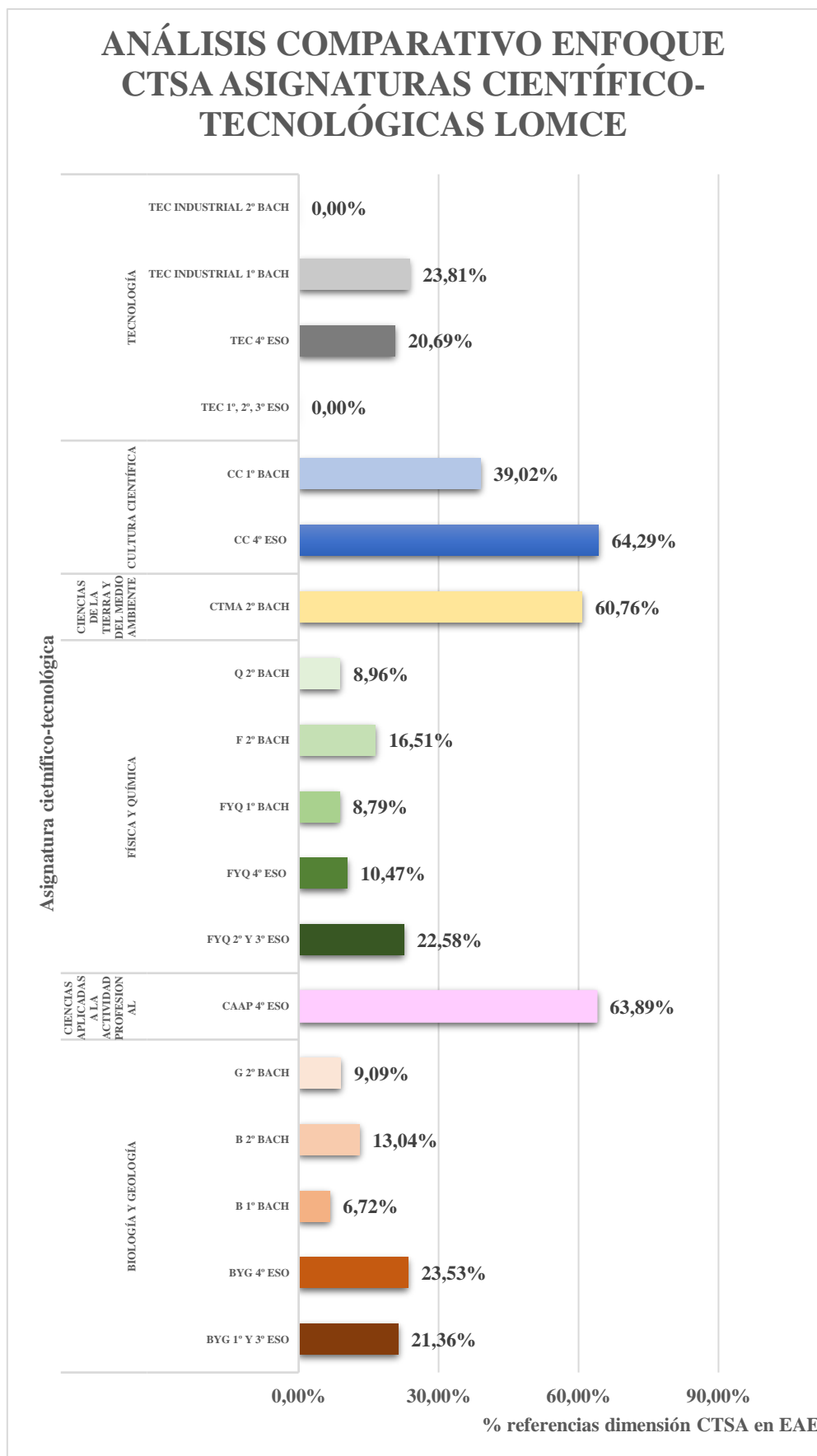


Gráfico 4.1: Análisis comparativo de EAE con menciones a la dimensión CTSA en diferentes asignaturas científico-tecnológicas del currículum LOMCE en ESO y Bachillerato (N = 1174).



A continuación, resumimos algunas de las ideas esenciales de la puesta en práctica de este diseño:

- Los resultados parecen indicar que existe una atención a la dimensión CTSA desde prácticamente todas las asignaturas científico-tecnológicas. No obstante, ha llamado nuestra atención la ausencia de atención concedida a esta dimensión en las asignaturas de Tecnología de 1º a 3º de ESO y Tecnología Industrial de 2º de Bachillerato. Consideramos que la exclusión de la dimensión CTSA del currículum de Tecnología puede tener consecuencias negativas en cuanto a que no se muestra una visión real del papel de la tecnología en la sociedad y el medio y por tanto junto con la falta de conexión con situaciones cotidianas puede generar un alejamiento y falta de interés por parte de los alumnos. Por otro lado, puede favorecer, además, que los profesores estén impartíendola de forma propedéutica y con poca funcionalidad.
- La atención concedida en promedio desde las asignaturas científicas es mayor que desde las asignaturas tecnológicas.
- La mayor atención a la dimensión CTSA se presta desde las asignaturas Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional, Cultura Científica y Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente, con un 63,89%, 64,29% y 60,76% de EAE enfocados en la dimensión de interés con respecto al total de EAE de los que se compone el currículum. Cabe destacar que todas ellas son asignaturas optativas en los cursos en los que se ofertan.
- De media, la atención prestada a la dimensión CTSA es mayor en las asignaturas de Educación Secundaria que en las impartidas en Bachillerato, excepto en el caso de Tecnología, cuyos EAE no contienen ninguna referencia a las interacciones CTSA en los cursos de 1º, 2º y 3º de ESO. Sin embargo, la atención es mayor en la asignatura de Tecnología Industrial de 1º de Bachillerato.

Para profundizar en el análisis, se han clasificado las referencias encontradas a las interacciones CTSA en los EAE en función del enfoque sobre las siguientes dimensiones:

- Ciencia-Tecnología C/T): EAE que hacen referencia a las interacciones entre dichas disciplinas.
- Ciencia-Tecnología/Sociedad (CT/S): EAE que ponen en relieve las interacciones recíprocas que presentan la ciencia y la tecnología con la sociedad.
- Ciencia-Tecnología/Ambiente (CT/A): EAE enfocados en la influencia que tanto la ciencia, la tecnología presentan sobre el ambiente.

A modo de ejemplo, se recogen en el **Cuadro 4.1** algunos EAE seleccionados. En el **Anexo I** se aporta la tabla de recogida de datos empleada en la asignatura de Biología y Geología de todos los cursos de Educación Secundaria y Bachillerato.



| | EAE | ASIGNATURA | CURSO | BLOQUE |
|------|--|---|-------------|--------|
| C/T | <i>“Distingue métodos desarrollados gracias a las nuevas tecnologías, asociándolos con la investigación de un fenómeno natural”.</i> | BIOLOGÍA | 1º BACH | VII |
| | <i>“Discrimina sobre la importancia que tienen las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el ciclo de investigación y desarrollo”.</i> | CIENCIAS APLICADAS A LA ACTIVIDAD PROFESIONAL | 4º ESO | III |
| CT/S | <i>“Explica en qué consiste el proceso de inmunidad, valorando el papel de las vacunas como método de prevención de las enfermedades”.</i> | BIOLOGÍA Y GEOLOGIA | 1º Y 3º ESO | IV |
| | <i>“Identifica los cambios tecnológicos más importantes que se han producido a lo largo de la historia de la humanidad”.</i> | TECNOLOGÍA | 4º ESO | V |
| CT/A | <i>“Explica el funcionamiento de los catalizadores relacionándolo con procesos industriales y la catálisis enzimática analizando su repercusión en el medio ambiente y en la salud”.</i> | QUÍMICA | 2º BACH | III |
| | <i>“Propone actitudes y acciones, individuales, estatales e intergubernamentales que minimicen las repercusiones ambientales de la contaminación del agua”.</i> | CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MEDIO AMBIENTE | 2º BACH | IV |

Cuadro 4.1: Ejemplos de EAE seleccionados por su relación con las dimensiones C/T, CT/S y CT/A.



En el **Gráfico 4.2** se compara la atención prestada a cada una de las dimensiones definidas, de forma global desde el currículo de cada asignatura estudiada.

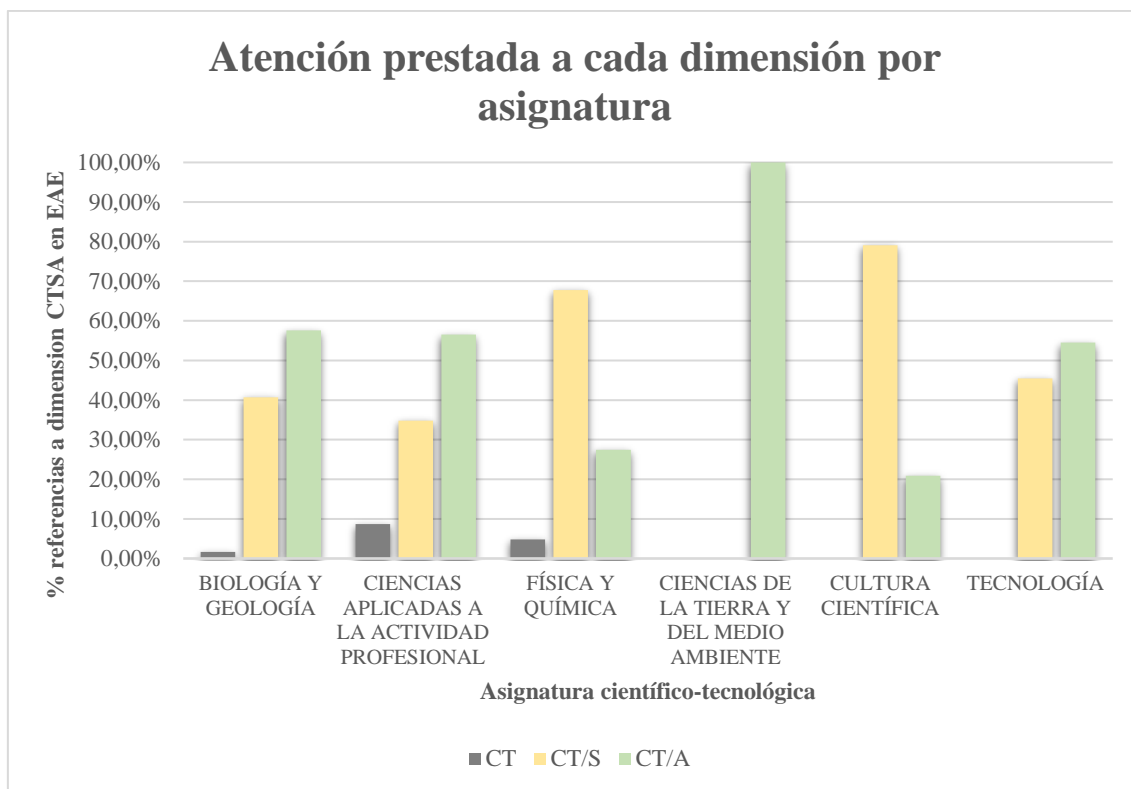


Gráfico 4.2: Atención prestada desde cada asignatura a las dimensiones C/T, CT/S y CT/A.

De esta forma, se percibe que las referencias a las interacciones entre la ciencia y la tecnología son menos frecuentes que aquellas que se enfocan en las relaciones entre ciencia y tecnología con sociedad o ciencia, tecnología y sociedad con el ambiente. Dependiendo del perfil de la asignatura, la atención prestada a cada dimensión es variable. En este sentido, encontramos que la atención concedida a la dimensión de la Ciencia y la Tecnología con la Sociedad (CT/A) es mayor que la prestada a las otras dos dimensiones en las asignaturas de Biología y Geología, Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional, Tecnología y Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente. Cabe destacar que, en el caso de esta última, la totalidad de referencias en los EAE se aplican a esta dimensión. Sin embargo, para el caso de Cultura Científica y Física y Química, la dimensión CT/S prevalece por encima de las demás.

En resumen, los resultados parecen indicar, convergiendo con la primera hipótesis, que existe una atención a la dimensión CTSA desde las asignaturas científicotecnológicas.

Después de mostrar en este capítulo los resultados obtenidos con el diseño experimental propuesto para poner a prueba la primera hipótesis de trabajo y una vez analizados los resultados, en el siguiente apartado se presentan los correspondientes a la puesta a prueba de la segunda hipótesis de esta investigación.



4.2 ANÁLISIS DE LOS DATOS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA PUESTA A PRUEBA DE LA 2ª HIPÓTESIS

En este apartado se exponen los resultados obtenidos en la aplicación de los diseños experimentales explicados en el capítulo 3 (apartado 2) para poner a prueba la segunda hipótesis de este trabajo.

4.2.1 ANÁLISIS DE LA ATENCIÓN PRESTADA A LAS INTERACCIONES CTSA EN LAS REVISTAS DE INVESTIGACION EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Este diseño pretende analizar la presencia de las interacciones CTSA y otros campos vinculados, como son la atención a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Educación para el Desarrollo Sostenible, Sostenibilidad, Cuestiones Socio-científicas y Naturaleza de la Ciencia, en las publicaciones de la última década de revistas de investigación didáctica. Para ello se analizan los artículos publicados en los diez últimos años (desde enero de 2010 hasta diciembre de 2019) en 5 revistas nacionales y 2 internacionales de referencia seleccionadas entre las del ámbito.

El análisis se lleva a cabo distinguiendo dos niveles: en un primer nivel se incluyen los artículos que giran directamente en torno a la perspectiva CTSA y que, por tanto, incluyen explícitamente la expresión CTS, CTSA, ODS, EDS, Sostenibilidad, Cuestiones Socio-científicas o Naturaleza de la Ciencia en el título, el resumen, o en las palabras clave poniendo de manifiesto su intención de contribuir en esos ámbitos.

En un segundo nivel, se tienen en cuenta los artículos que, aunque no contienen las explícitamente las palabras seleccionadas en el nivel anterior, presentan una vinculación implícita o indirecta con el campo CTSA, al tratar aspectos relacionados con la misma.

La **Tabla 4.1** muestra el resumen del número de artículos analizados y seleccionados en los diferentes niveles para cada revista. Cabe destacar que el volumen de artículos analizados en el caso de la revista *ÁPICE* es menor que el del resto de revistas, dado que únicamente se muestran los resultados desde 2017, año en que fue fundada.

De los 2210 artículos revisados de las revistas anteriormente mencionadas, destacamos que 360 artículos se relacionan directamente con el campo de investigación CTSA y los vinculados, mientras que 102 se encuentran implícitamente relacionados.



| ANÁLISIS GENERAL DE REVISTAS DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES | | | | | |
|---|---|--|---|--|--|
| REVISTA | TOTAL ARTÍCULOS ANALIZADOS | Nº ARTÍCULOS APARECE EXPLÍCITAMENTE CTSA Y VINCULADOS | Nº ARTÍCULOS RELACIONADOS CTSA | % referencias CTSA EXPLÍCITAS | % referencias CTSA IMPLÍCITAS |
| EUREKA | 389 | 61 | 19 | 15,68% | 4,88% |
| DIDÁCTICA DE LAS CCEE Y SS | 74 | 15 | 3 | 20,27% | 4,05% |
| ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS | 409 | 42 | 24 | 10,27% | 5,87% |
| ÁPICE | 36 | 8 | 2 | 22,22% | 5,56% |
| REEC | 279 | 35 | 18 | 12,54% | 6,45% |
| SCIENCE EDUCATION | 474 | 54 | 21 | 11,39% | 4,43% |
| SCIENCE & EDUCATION | 549 | 145 | 15 | 26,41% | 2,73% |
| N | 2210 | 360 | 102 | - | - |

Tabla 4.1: Resumen del número de artículos analizados para cada revista y seleccionados en cada nivel de análisis.

El **Gráfico 4.3** muestra una comparativa de la atención prestada desde cada revista para cada nivel de análisis empleado.

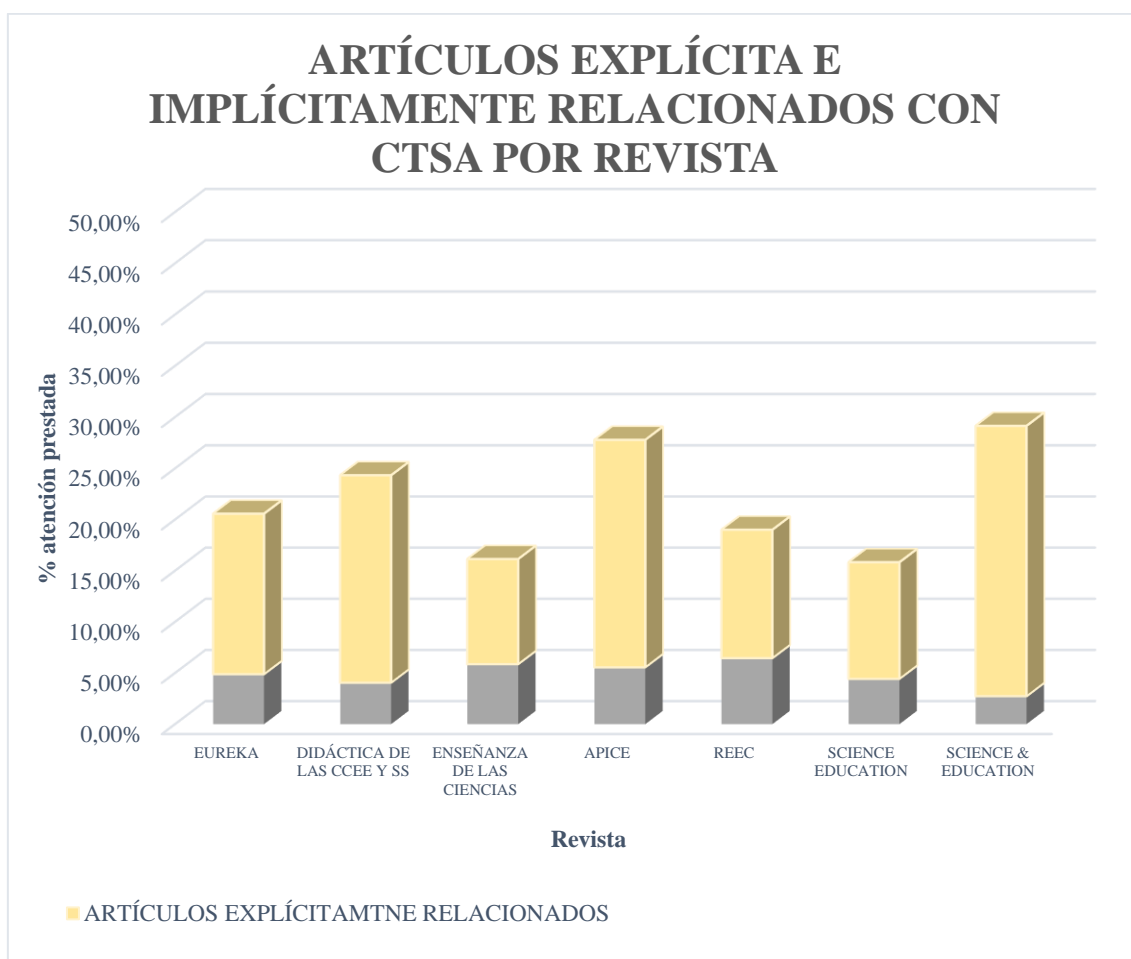


Gráfico 4.3: Comparativa de la atención prestada a la dimensión CTSA desde cada revista y para cada nivel de análisis.

Durante el período analizado, se observa una presencia considerable de temas CTSA en todas las revistas analizadas, siendo ligeramente mayor en Enseñanza de las Ciencias, ÁPICE y Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias en el caso de artículos que contribuyen al campo de investigación CTSA de forma explícita. Si nos centramos en las revistas con una mayor presencia de temas que contemplan implícitamente las interacciones CTSA, encontramos a Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, ÁPICE y Science & Education.

A modo de ejemplo, el **Cuadro 4.2** que sigue a continuación muestra algunos de los artículos encontrados que contienen explícitamente relación con el campo CTSA y aparecen términos vinculados en el título, palabras clave o resumen (para ver relación completa de artículos para el caso particular de la revista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales consultar **Anexo II**).



| REVISTA | ARTÍCULO |
|---|---|
| EUREKA | Fernandes, I. M. B., Pires, D. M. e Iglesias, J. D. (2018). “¿Qué mejoras se han alcanzado respecto a la Educación Científica desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente en el nuevo Currículo Oficial de la LOMCE de 5º y 6º curso de Primaria en España?” <i>Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias</i> , 15(1), 1101. |
| EUREKA | Muñoz, F. J. B. y Albadalejo, I. M. R. (2017). “Ciudad Sostenible: un proyecto para integrar las materias científico-tecnológicas en Secundaria”. <i>Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias</i> , 621-636. |
| DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y SOCIALES | Moreno, N. C. D. (2017). “Cuando se genera una controversia sociocientífica ¿Aumenta su presencia de noticias en prensa local? el caso del agua en Almería”. <i>Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales</i> , (31), 98-118. |
| ÁPICE | Vilches Peña, A. y Gil Pérez, D. (2017). “El olvido de la demografía en los estudios de Sostenibilidad”. <i>ÁPICE</i> , 1(2), 1-17. |
| REEC | Tobaldini, B. G., de Castro, L. P. V., Della Justina, L. A. y Meghioratti, F. A. (2011). “Aspectos sobre a natureza da ciência apresentados por alunos e professores de licenciatura em ciências biológicas”. <i>Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias</i> , 10(3). |
| ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS | Strieder, R. B., Torija, B. B., y Quílez, M. J. G. (2017). “Ciencia-tecnología-sociedad: ¿Qué estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias?”. <i>Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas</i> , 35(3), 29-49. |
| SCIENCE EDUCATION | Rudsberg, K., Öhman, J., y Östman, L. (2013). “Analyzing students’ learning in classroom discussions about socioscientific issues”. <i>Science Education</i> , 97(4), 594-620. |
| SCIENCE & EDUCATION | Tolvanen, S., Jansson, J., Vesterinen, V. M., & Aksela, M. (2014). “How to use historical approach to teach nature of science in chemistry education?”. <i>Science & Education</i> , 23(8), 1605-1636. |

Cuadro 4.2: Ejemplos de artículos seleccionados en cada revista por contener explícitamente términos vinculados con el campo CTSA en título, palabras clave o resumen.



A continuación, en el **Cuadro 4.3** se muestran algunos de los artículos encontrados que guardan una relación implícita con la perspectiva CTSA, aunque no contienen las palabras explícitamente.

| REVISTA | ARTÍCULO |
|---|--|
| EUREKA | Mora, M. D. C. S. y Nestor, A. P. M. (2019). “El papel de la comunicación pública de la ciencia sobre la cultura científica: acercamientos a su evaluación”. <i>Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias</i> , 16(1), 1103-1. |
| DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y SOCIALES | Morote Seguido, Á. F., y Moltó Mantero, E. (2017). “El Museo del Clima de Beniarrés (Alicante). Propuesta de un recurso didáctico para la enseñanza de la Climatología”. <i>Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales</i> , 32 (1): 109-131. |
| ÁPICE | Balibrea Melero, A., & Bueno, P. (2018). “Energías renovables: una unidad didáctica en “El Mundo de Pandora””. <i>Ápice. Revista de Educación Científica</i> , 2(1), 40-49. |
| REEC | Martín, A. M., Barrero, C., Sánchez, L. y Cornejo, J. N. (2011). “La visión del conocimiento científico y del conocimiento tecnológico en los libros de Química General utilizados en carreras de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires”. <i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i> , 10(3), 550-566. |
| ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS | Martín Gámez, C. (2013). “La problemática energética como contexto de enseñanza-aprendizaje en la educación secundaria obligatoria: una experiencia con profesorado de ciencias en formación inicial”. <i>Enseñanza de las ciencias</i> , 31(3), 0266-267. |
| SCIENCE EDUCATION | Birmingham, D., Calabrese Barton, A., McDaniel, A., Jones, J., Turner, C., & Rogers, A. (2017). “But the science we do here matters”: Youth-authored cases of consequential learning. <i>Science Education</i> , 101(5), 818-844. |
| SCIENCE & EDUCATION | Aguiar, O., Sevian, H. & El-Hani, C.N. (2018). “Teaching About Energy”. <i>Science & Education</i> , 27, 863–893 (2018). |

Cuadro 4.3: Ejemplos de artículos seleccionados por guardar una relación implícita con la perspectiva CTSA.

En relación a los artículos que contribuyen a la dimensión CTSA de forma implícita, se expone a continuación, a modo de ejemplo, una colección de fragmentos para una mejor comprensión de los criterios aplicados en los análisis:



En primer lugar, se presenta un artículo cuyo título nos llevó a analizar y verificar su contribución en el campo de la CTSA: “La problemática energética como contexto de enseñanza-aprendizaje en la educación secundaria obligatoria: una experiencia con profesorado de ciencias en formación inicial.” (Martín Gámez, C., 2013, Enseñanza de las ciencias, 31(3), 0266-267).

En segundo lugar, se muestra un fragmento de un artículo con contribuciones en el campo de investigación CTSA, en particular a la dimensión de la relación de la ciencia con la tecnología: *“Se indagó acerca de las concepciones que, sobre el conocimiento científico y el conocimiento tecnológico, presentan las diferentes propuestas editoriales. Se clasificaron los textos en dos formas diferentes: a) de acuerdo con la manera en que presentan la relación entre la Química, como ciencia, y el conocimiento tecnológico y b) según la adscripción a posturas positivistas, sistémicas o socio-históricas.”*

Por último, se presenta la **Figura 4.1** con contribuciones al campo CTSA presentada en la investigación de Mora y Nestor (2019) en la Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias: “El papel de la comunicación pública de la ciencia sobre la cultura científica: acercamientos a su evaluación”, en la que se muestran los efectos de la comunicación pública de la ciencia sobre la cultura científica.

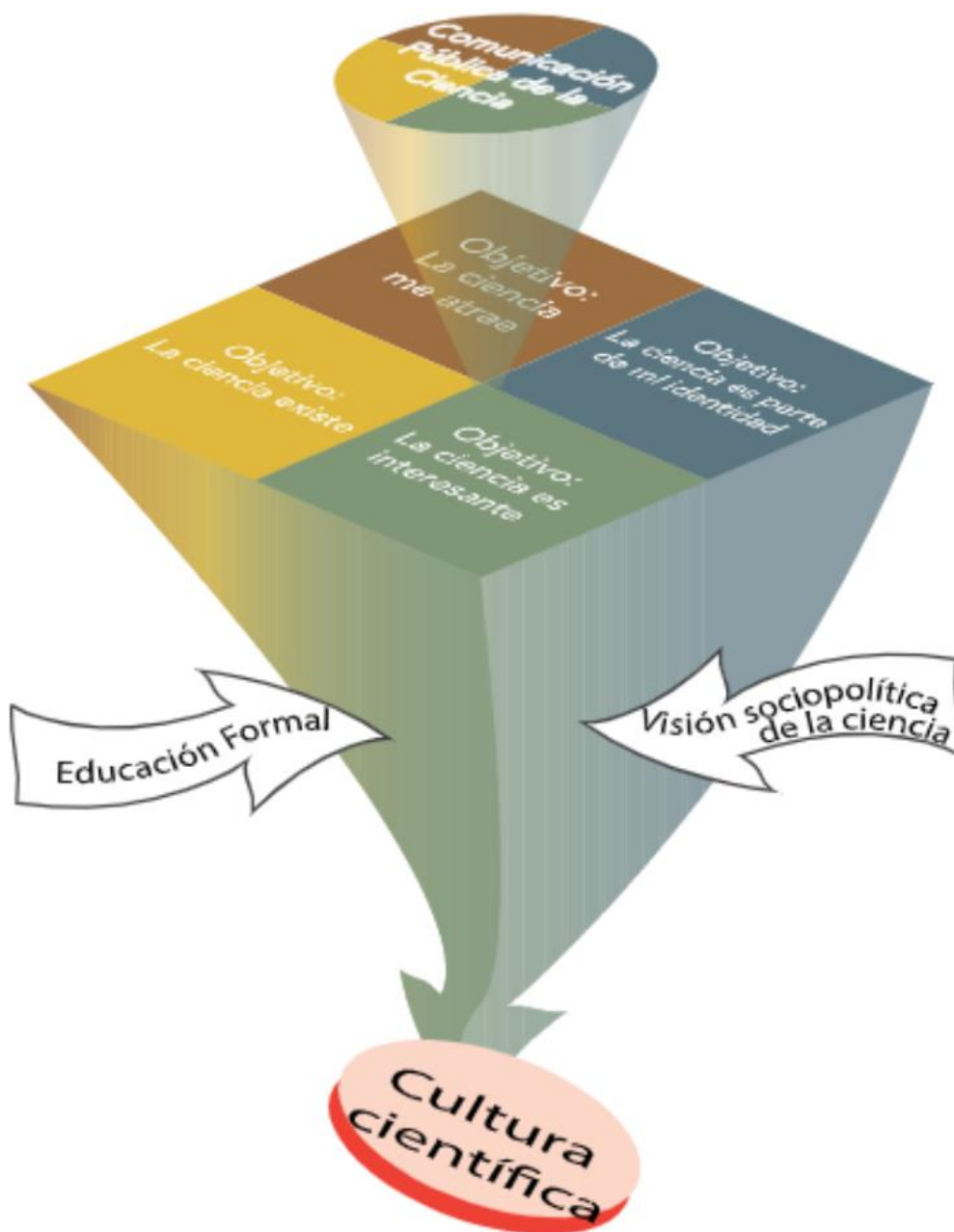


Figura 4.1: Esquema con contribuciones al campo CTSA extraído de Mora, M. D. C. S., y Nestor, A. P. M. (2019). El papel de la comunicación pública de la ciencia sobre la cultura científica: acercamientos a su evaluación. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 16(1), 1103-1.



A continuación, el **Gráfico 4.4** muestra la evolución de la atención prestada por cada revista a las interacciones CTSA a lo largo del período analizado.

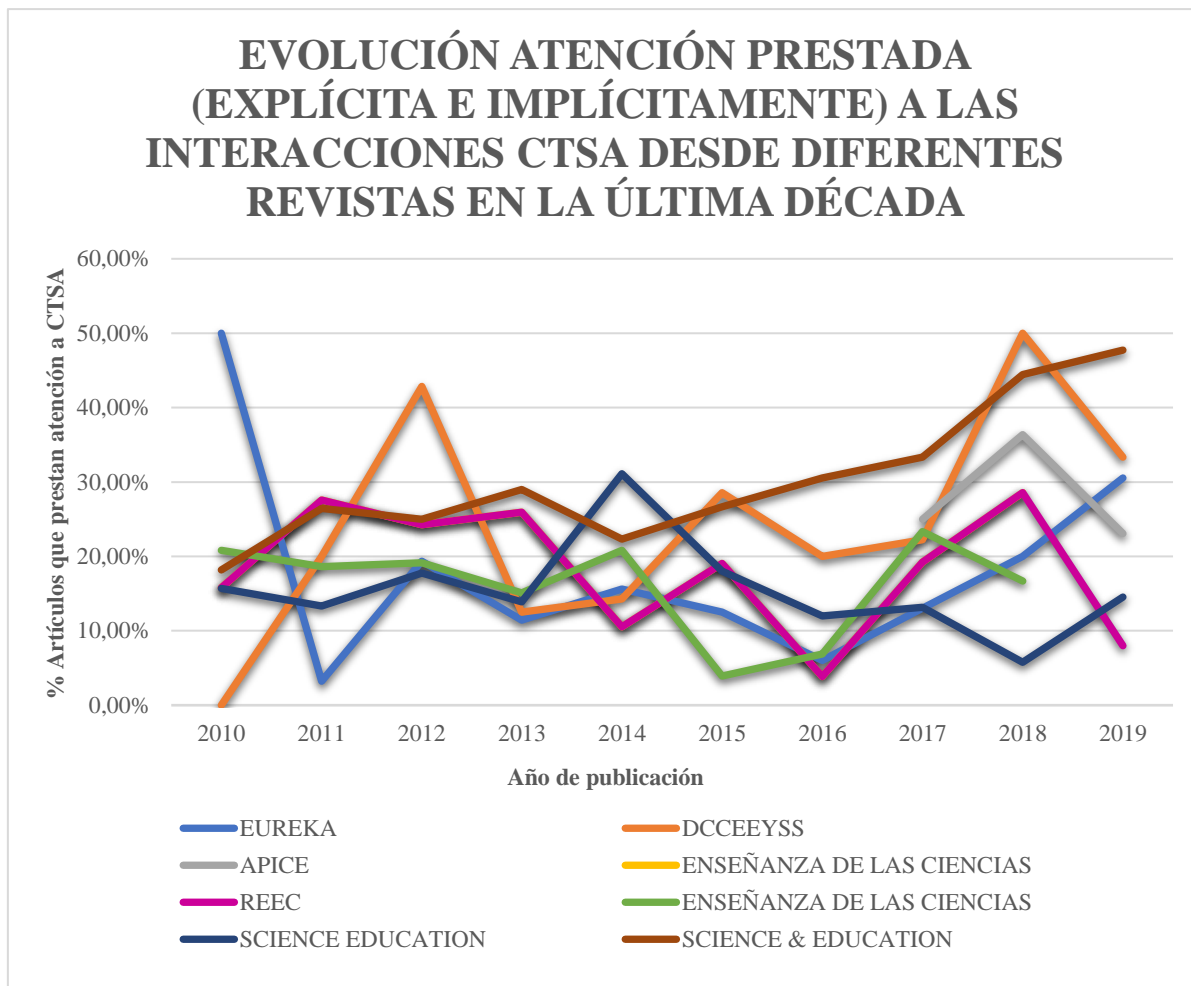


Gráfico 4.4: Comparativa de la atención prestada desde cada revista analizada a la dimensión CTSA a lo largo del período de tiempo analizado.

El número de trabajos representado con respecto al total de artículos encontrados en el primer nivel (contienen explícitamente los términos CTSA, Sostenibilidad, Educación para la Sostenibilidad, Naturaleza de la Ciencia o Cuestiones Socio científicas). A la vista de los datos se destacan los siguientes aspectos:

- La evolución no ha sido regular en todas las revistas.
- En las revistas *ÁPICE*, *Science Education* y *REEC* no podemos observar una tendencia clara de mayor atención a las interacciones CTSA y los campos de investigación vinculados. Se observa una gran variabilidad de la atención prestada en función del año de publicación.



- En el caso de la revista Enseñanza de las Ciencias, la atención prestada ha sido constante, situada siempre entre el 15% y el 25% excepto en los años 2015 y 2016, en los que esta atención disminuyó.
- En algunas revistas como Eureka, Didáctica de las Ciencias y Science & Education hay una tendencia de mayor atención a las interacciones CTSA y campos de investigación vinculados a lo largo del período analizado, que es mayor si tenemos en cuenta además los artículos que de forma implícita contribuyen al campo CTSA.
- En cuanto a REEC, se advierte que el año 2019 no se realizaron contribuciones en ninguno de los campos CTSA y vinculados. No obstante, sí se realizaron publicaciones relacionadas de forma implícita con dichos campos.
- En caso particular de la revista Eureka, conviene resaltar que se observa una mayor atención en el año 2010, justo al inicio del período analizado, coincidiendo con la publicación del monográfico “*En el ecuador del decenio de Naciones Unidas de la educación por un futuro sostenible*” dedicado en su totalidad a la Educación por la Sostenibilidad y coordinado por personas del equipo de investigación de este TFM. Este hecho explicaría el contraste con la atención otorgada los años siguientes. No obstante, se observa una tendencia positiva a lo largo de la década, especialmente desde 2016 hasta 2019.

En el **Anexo III** se pueden consultar los gráficos que muestran la evolución de la atención prestada a los campos CTS y vinculados de forma explícita e implícita por cada revista por separado.

A continuación, se muestra la evolución de la atención prestada de forma explícita a las interacciones CTSA y campos de investigación vinculados experimentada por el conjunto de revistas analizadas entre los años 2010 y 2019 (ver **Gráfico 4.5**). El valor representado para cada año es el valor promedio $\pm\sigma$ de todas las revistas analizadas. En el **Anexo VI** se pueden consultar los parámetros de centralización y dispersión calculados para el análisis de los datos. Los recuentos necesarios para la elaboración de estos cálculos se han realizado con el programa IBM SPSS Statistics.



Gráfico 4.5: Evolución de la atención prestada a la dimensión CTSA y campos de investigación vinculados por el total de artículos analizados en todas las revistas. Se muestran los resultados correspondientes a los artículos que contienen los términos explícitos.

El primer aspecto que llama la atención es la dispersión de los porcentajes de atención concedida por cada revista en cada año. Esto indica que hay una gran variabilidad, dependiendo de la revista, de forma que el rango de porcentaje puede variar desde el 0% hasta el 50% de artículos que prestan atención a las interacciones CTSA respecto del total de artículos publicados. Observamos que, en general, siempre encontramos entre un 10% y un 30% de artículos relacionados con los campos de investigación CTSA y vinculados. Al estudiar el grado de covariación entre el porcentaje de artículos que prestan atención a las interacciones CTSA y el año de publicación obtenemos un valor del coeficiente de correlación de Pearson bajo ($r = 0,2707$) pero de signo positivo. Esto indica que, a pesar de la gran variabilidad en la atención prestada por parte de las diferentes revistas a lo largo de la década, la tendencia es, en general, ligeramente creciente. Lo que sí podemos afirmar con mayor seguridad es que, a la vista de los datos y durante la década estudiada, se ha concedido una atención considerable a estos temas desde todas las revistas.

En este sentido, en nuestro análisis hemos encontrado una revista cuya atención a la dimensión CTSA y campos vinculados ha evolucionado de forma claramente creciente en el tiempo: se trata de la revista Science & Education.

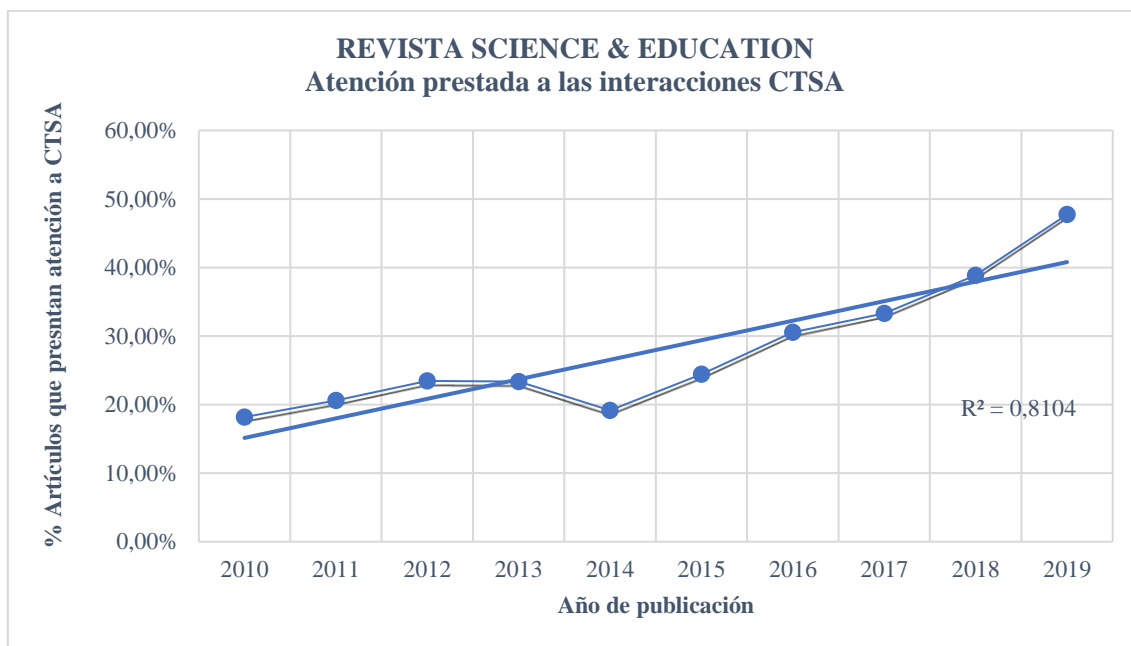


Gráfico 4.6: Atención a la dimensión CTSA y campos de investigación vinculados desde la revista Science & Education en el período de tiempo analizado.

En este caso, el **Gráfico 4.6** muestra una posible adecuación del modelo lineal y la tendencia creciente del mismo con un coeficiente de correlación de Pearson $r = 0,9002$. Para el resto de revistas, aunque la mayoría muestran una tendencia positiva, los coeficientes de correlación no son fuertes. En el **Anexo V** se muestra la tabla con las correlaciones lineales para cada revista.

Entrando en un grado más profundo de detalle, se presenta a continuación el **Gráfico 4.7**, en el que se muestra la atención prestada por las diferentes revistas únicamente al campo CTSA, globalmente durante toda la década, es decir, teniendo en cuenta solo aquellos artículos que nombran expresamente el término CTS/CTSA sin tener en cuenta el resto de campos de investigación vinculados.

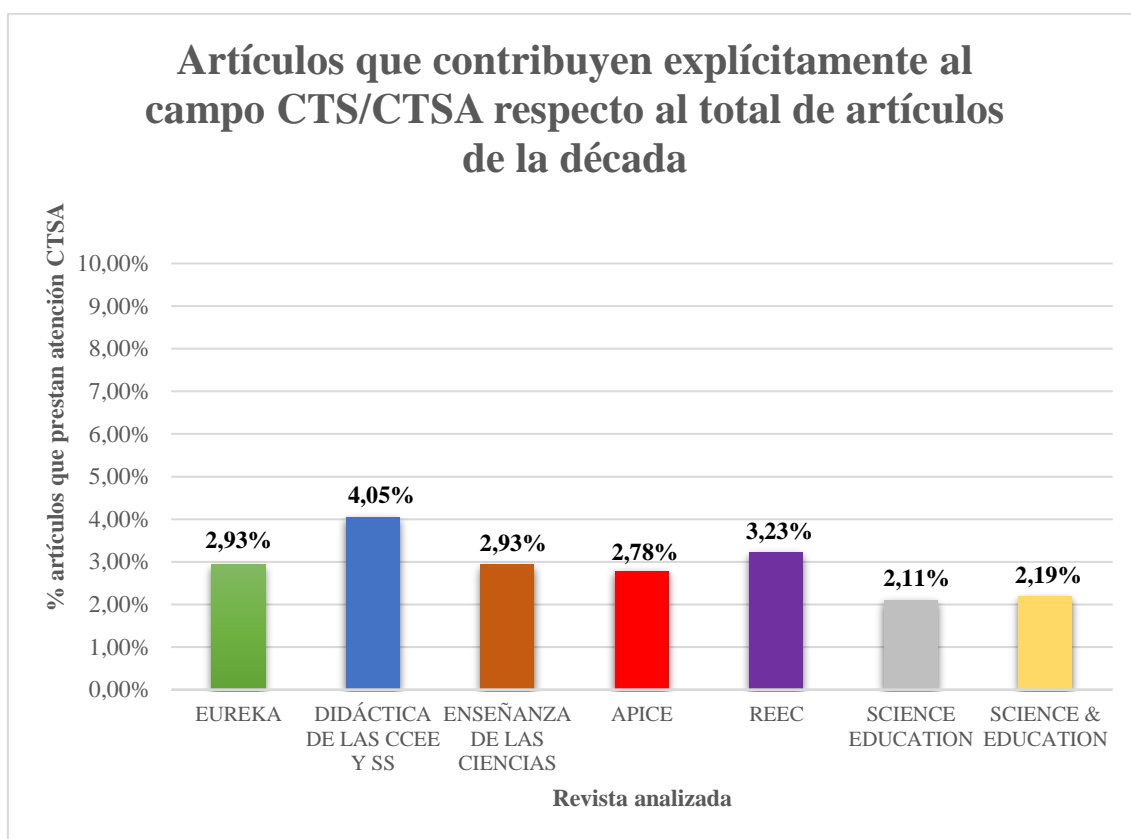


Gráfico 4.7: Comparativa de artículos que contribuyen de forma exclusiva al campo CTSA desde cada revista.

En este caso, se observa que la mayor atención concedida viene de mano de las revistas Didáctica de las Ciencias y REEC, con un 4,05% y un 3,23% de artículos con respecto al total de los publicados entre los años 2010 y 2019 que giran expresamente en torno a las interacciones CTS/CTSA.

Con el objetivo de caracterizar la muestra de artículos que prestan atención a alguno de los campos vinculados con CTSA, se presenta el **Gráfico 4.8** en el que se muestra el porcentaje promedio de artículos que conceden atención a cada campo de investigación: CTSA, Educación para la Sostenibilidad, Cuestiones Socio-científicas y Naturaleza de la Ciencia con respecto al total de artículos encontrados que prestan atención explícita a dichos temas.

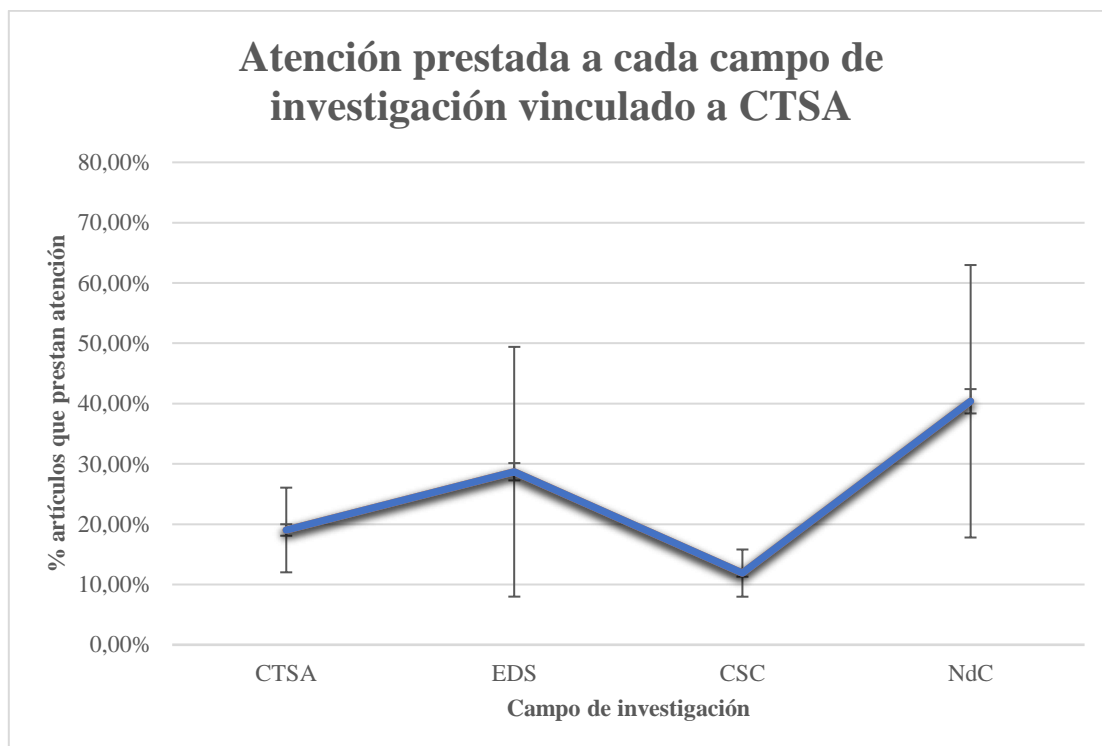


Gráfico 4.8: Especificación de la atención prestada a cada campo de investigación vinculado con CTSA en el diseño de análisis de revistas de investigación en didáctica.

En este contexto, podemos apreciar que, desde la investigación en didáctica, se observa un mayor interés hacia los campos Educación para la Sostenibilidad y Naturaleza de la Ciencia, teniendo en cuenta que, en realidad, como hemos venido señalando, son campos íntimamente relacionados.

Seguidamente, se presentan los datos correspondientes a la atención concedida desde cada nivel educativo (ver **Gráfico 4.9**). Conviene señalar que, frecuentemente, algunos no se enfocaban en ningún nivel en particular, por lo que no fueron clasificados atendiendo a este criterio.

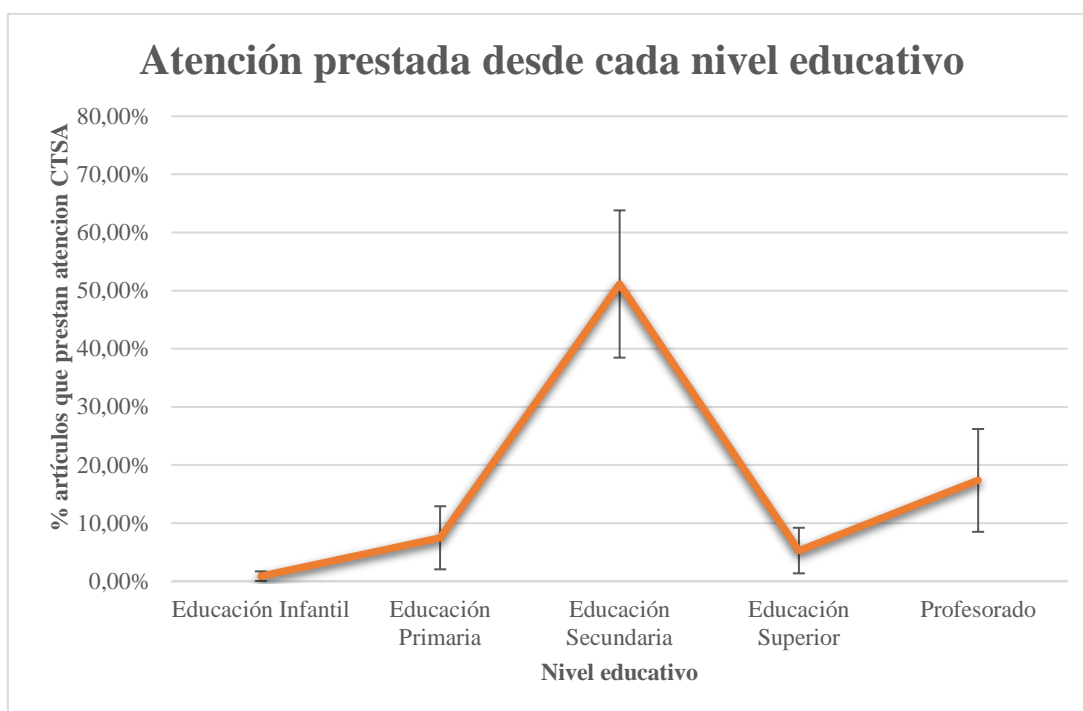


Gráfico 4.9: Comparativa de la atención prestada a la dimensión CTSA desde cada nivel educativo en las revistas analizadas.

En este sentido se aprecia que predominan las aportaciones enfocadas para la Educación Secundaria sobre el resto de niveles educativos, seguida a una distancia considerable de aquellas que contribuyen a la formación del profesorado.

En el **Anexo VI** se pueden consultar los gráficos que muestran la distribución de la atención a cada campo de investigación por año de publicación para cada revista y la distribución de la atención prestada desde cada nivel educativo por cada revista.

Centrándonos ahora en los artículos que, aunque no contienen explícitamente su integración en el campo CTSA en el título, resumen o palabras clave, se vinculan a los campos de investigación CTSA de forma implícita, el Gráfico 4.10 muestra la atención prestada a cada dimensión: relaciones Ciencia-Tecnología (CT), Ciencia-Sociedad (CS) y Ciencia-Ambiente (CA).

Se advierte un interés semejante por las dimensiones CS y CA, siendo ligeramente mayor en el caso de la primera. Cabe destacar que la atención prestada a estas dos dimensiones es considerablemente superior a la dimensión CT, algo que ha venido siendo denunciado desde hace tiempo en la investigación didáctica, como señalamos en el marco teórico (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2001; Gil et al., 2005).

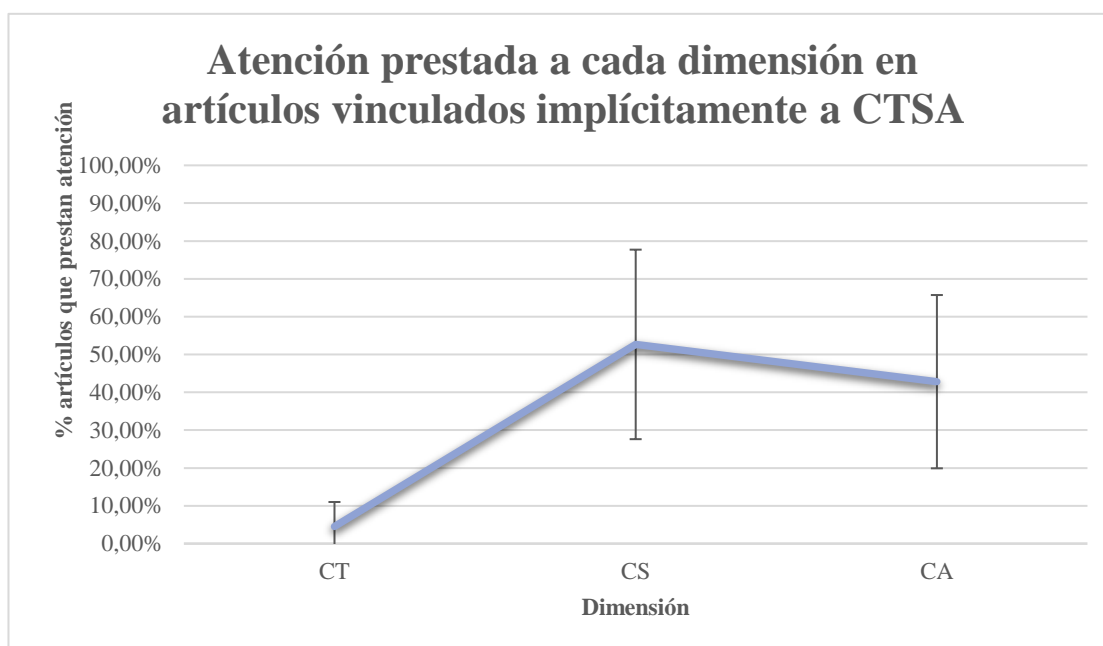


Gráfico 4.10: Comparativa de la atención prestada a las dimensiones CT, CS y CA en los artículos vinculados implícitamente con el campo CTSA en el análisis de revistas.

En síntesis, podemos señalar que, además de haber detectado una evolución positiva de la atención de algunas de las revistas analizadas a la educación CTS/CTSA, el estudio muestra un interés claramente positivo en general hacia este campo de la didáctica de las ciencias experimentales, resultado convergente con la segunda hipótesis planteada en la investigación.

4.2.2 ANÁLISIS DE LA ATENCIÓN PRESTADA A LAS INTERACCIONES CTSA EN CONGRESOS DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Para analizar la atención concedida en los congresos de didáctica de las ciencias a las interacciones CTSA, se han analizado las diferentes comunicaciones orales y pósteres presentados entre los años 2010 y 2019 en algunos congresos realizados en torno a la enseñanza científica, seleccionados entre los más arraigados en el ámbito.

A continuación, se presenta la **Tabla 4.2** que recoge todos los congresos de Enseñanza de las Ciencias y ÁPICE celebrados desde 2010 hasta 2019, así como el número de contribuciones presentadas en cada congreso. Cabe destacar que se ha podido acceder al contenido de dichos congresos en su totalidad. Con el fin de mostrar una de las herramientas de análisis, en el **Anexo VII** se adjunta la relación completa de contribuciones seleccionadas para el caso particular del Congreso ÁPICE 2014, a modo de ejemplo.



| ANÁLISIS CONGRESOS | | | | | | | |
|--------------------|----------------|----------|----------------------|---------------|---------------------------|---------------|--------------|
| CONGRESO | EJES TEMÁTICOS | EJES CTS | Nº TOTAL DE TRABAJOS | TRABAJOS CTSA | CONTRIBUCIONES IMPLÍCITAS | % EXP. | % IMP. |
| EC 2017 | 15 | 3 | 757 | 208 | 22 | 27,48% | 2,91% |
| EC 2013 | 13 | 2 | 680 | 189 | 11 | 27,79% | 1,62% |
| TOTAL EC | - | - | 1437 | 397 | 33 | 27,62% | 2,30% |
| ÁPICE 2018 | 5 | 1 | 227 | 73 | 10 | 32,16% | 4,41% |
| ÁPICE 2016 | 6 | 0 | 190 | 58 | 14 | 30,53% | 7,37% |
| ÁPICE 2014 | 7 | | 131 | 26 | 7 | 19,85% | 5,34% |
| ÁPICE 2012 | 5 | 0 | 107 | 26 | 5 | 24,30% | 4,67% |
| ÁPICE 2010 | 3 | 1 | 76 | 25 | 0 | 32,89% | 0,00% |
| TOTAL ÁPICE | - | - | 731 | 208 | 36 | 28,45% | 4,92% |
| TOTAL | - | - | 2168 | 605 | 69 | 27,9% | 3,18% |

Tabla 4.2: Resumen del número de artículos analizados y seleccionados en cada nivel de análisis para cada congreso.

1. En síntesis, podemos señalar que el análisis realizado sobre las comunicaciones presentadas en los congresos de la Asociación Española de Profesores e Investigadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales (ÁPICE) muestra que, de las 731 contribuciones revisadas del conjunto de los congresos, 244 se encuentran explícita o implícitamente relacionadas con los CTSA y campos vinculados, lo que representa un 34% del total de comunicaciones publicadas desde 2010 hasta 2019.
2. En cuanto al análisis realizado sobre las comunicaciones presentadas en los congresos de Enseñanza de las Ciencias, de las 1437 contribuciones revisadas, 430 correspondieron a contribuciones explícita o implícitamente relacionadas con la dimensión CTSA y campos vinculados, suponiendo un 29,92% del total de comunicaciones orales y pósteres presentados en dichos congresos desde 2010 hasta 2019.
3. En cuanto a la tendencia de la atención prestada en general desde ambos congresos en el período de tiempo analizado (ver **Gráfico 4.11**), podemos constatar que es relativamente constante a lo largo de todo el período analizado, situándose siempre entre el 20% y el 40%. El promedio de la atención prestada por todos los seminarios en la década es del 31,62% \pm 4,48%. Aunque el ajuste lineal ofrece un coeficiente de correlación de Pearson positivo, este presenta un valor muy bajo por lo que no podemos aventurarnos a decir que la tendencia sea creciente.

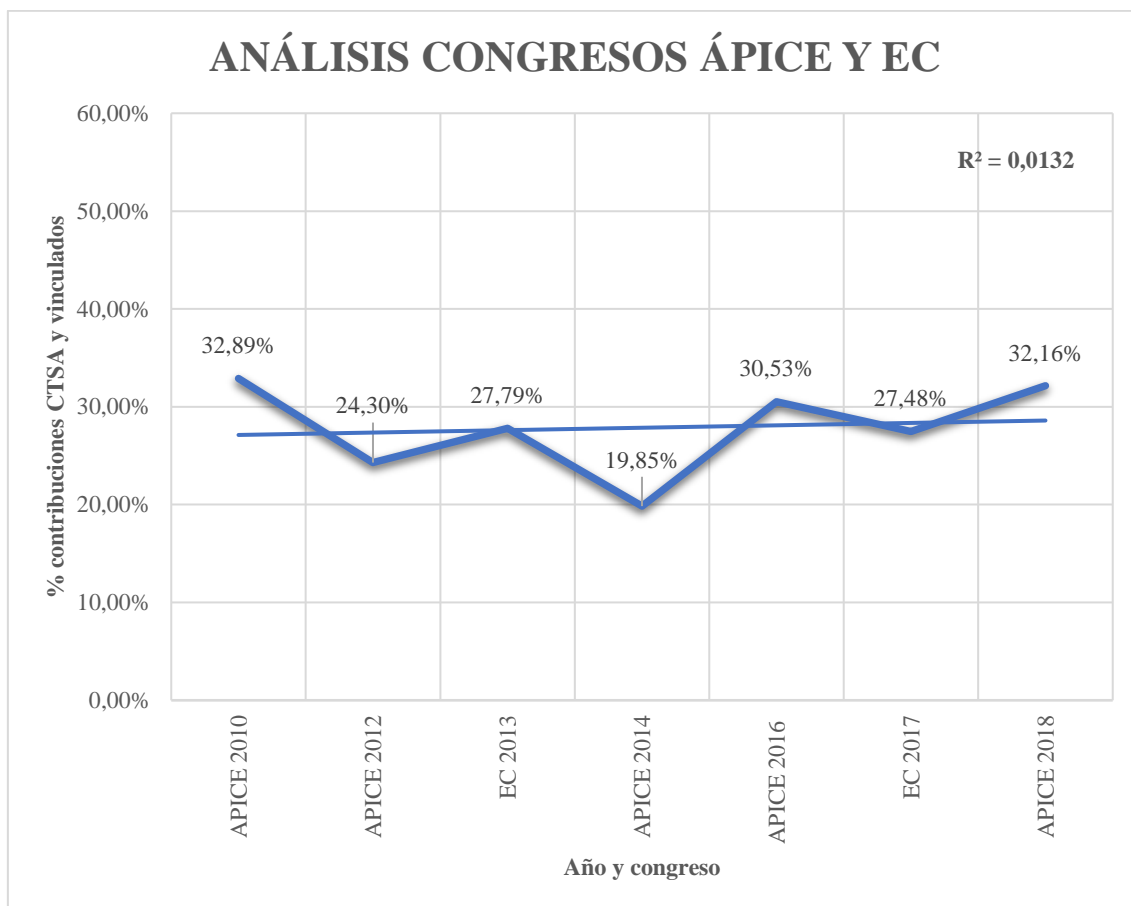


Gráfico 4.11: Atención prestada a la dimensión CTSA y campos vinculados desde los congresos Enseñanza de las Ciencias y ÁPICE en el período de tiempo analizado.

Si comparamos la atención prestada en exclusiva al campo CTSA en los congresos analizados (ver **Gráfico 4.12**), vemos que efectivamente, su diversificación en otros campos (Educación para la Sostenibilidad, Cuestiones Socio Científicas y Naturaleza de la Ciencia) ha significado un aumento de la atención prestada a los segundos respecto del primero. En este hecho se observa en mayor medida en los congresos de Enseñanza de las Ciencias. Todo ello no significa una disminución de la atención a las interacciones CTSA, sino que implica una profundización en el estudio de las mismas desde los campos relacionados.



Gráfico 4.12: Atención prestada exclusivamente a las interacciones CTSA desde los congresos Enseñanza de las Ciencias y ÁPICE en el período de tiempo analizado.

A modo de ejemplo, los **Gráficos 4.13** y **4.14** muestran a continuación, el desglose de los congresos **ÁPICE 2016** y **Enseñanza de las Ciencias 2017** por ejes o líneas temáticas y la atención prestada a la dimensión CTSA y campos vinculados desde cada uno de ellos. En el **Anexo VIII** se puede consultar el desglose por ejes temáticos de todos los congresos analizados en sus diferentes ediciones.

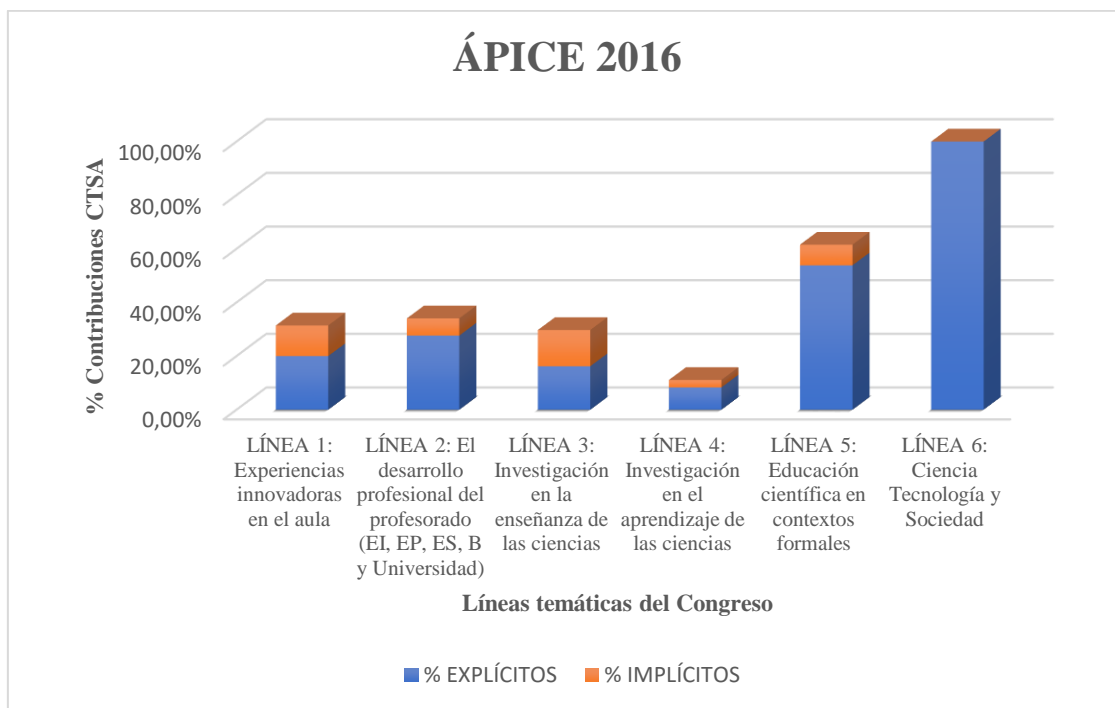


Gráfico 4.13: Atención prestada a la dimensión CTSA de forma explícita e implícita desde cada eje temático del congreso ÁPICE celebrado en 2016 en Badajoz.

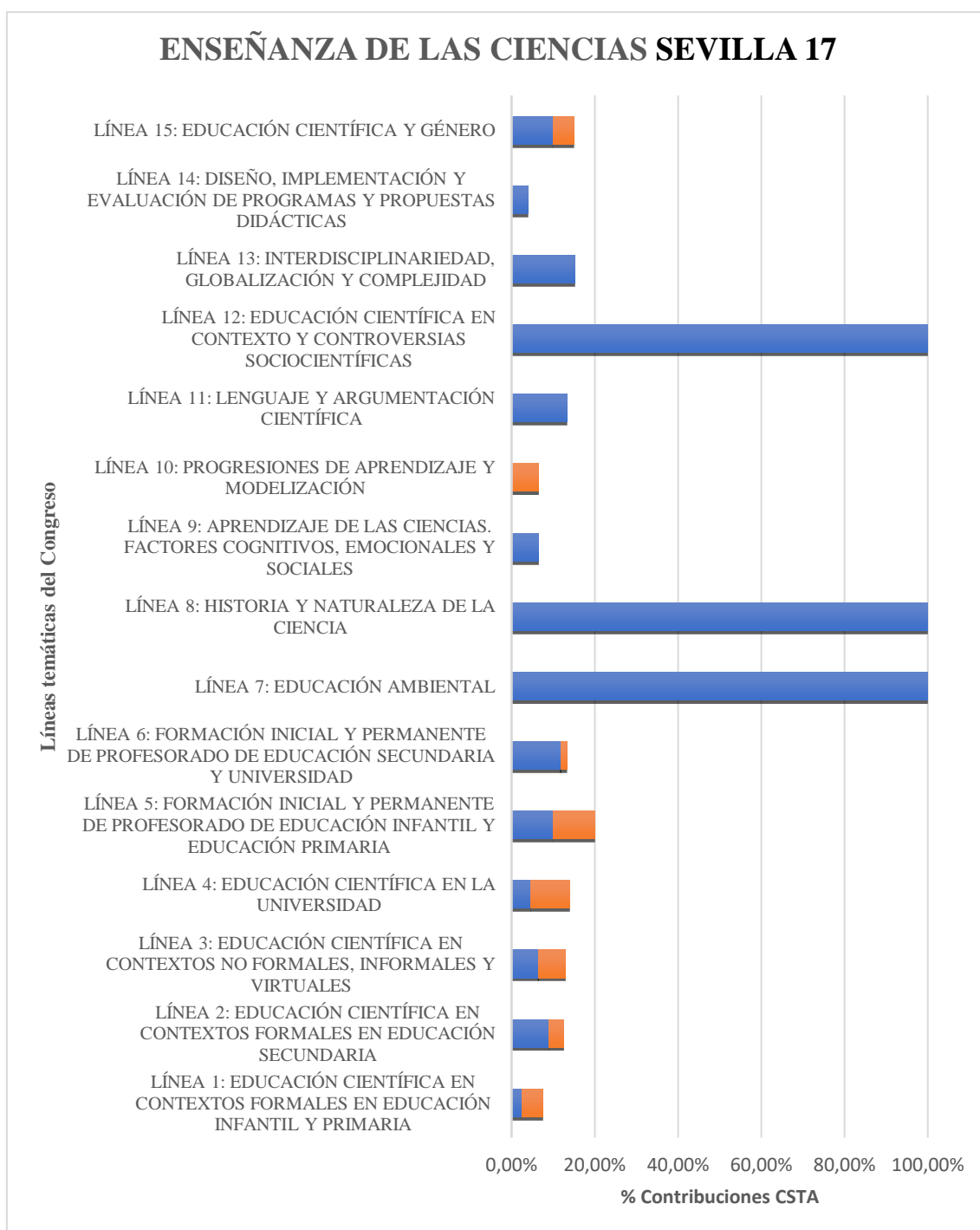


Gráfico 4.14: Atención prestada a la dimensión CTSA de forma explícita e implícita desde cada eje temático del congreso Enseñanza de las Ciencias celebrado en 2017 en Sevilla.

Debemos mencionar que en los congresos de ÁPICE 2010, 2016 y 2018 se dedicó una línea o eje temático a los temas CTSA. Lo mismo ocurre desde los congresos de Enseñanza de las Ciencias, donde estos ejes temáticos enfocados de forma exclusiva en los temas CTSA y vinculados han pasado de 2 a 3 en el período de tiempo analizado.



Con el objetivo de caracterizar la muestra de contribuciones orales y pósteres que prestan atención a alguno de los campos vinculados con CTSA, se presenta el **Gráfico 4.15** en el que se muestra el porcentaje promedio de contribuciones en todos los congresos analizados que conceden atención a cada campo de investigación: CTSA, Educación para la Sostenibilidad, Cuestiones Socio-científicas y Naturaleza de la Ciencia con respecto al total de contribuciones encontradas que prestan atención explícita a dichos temas.

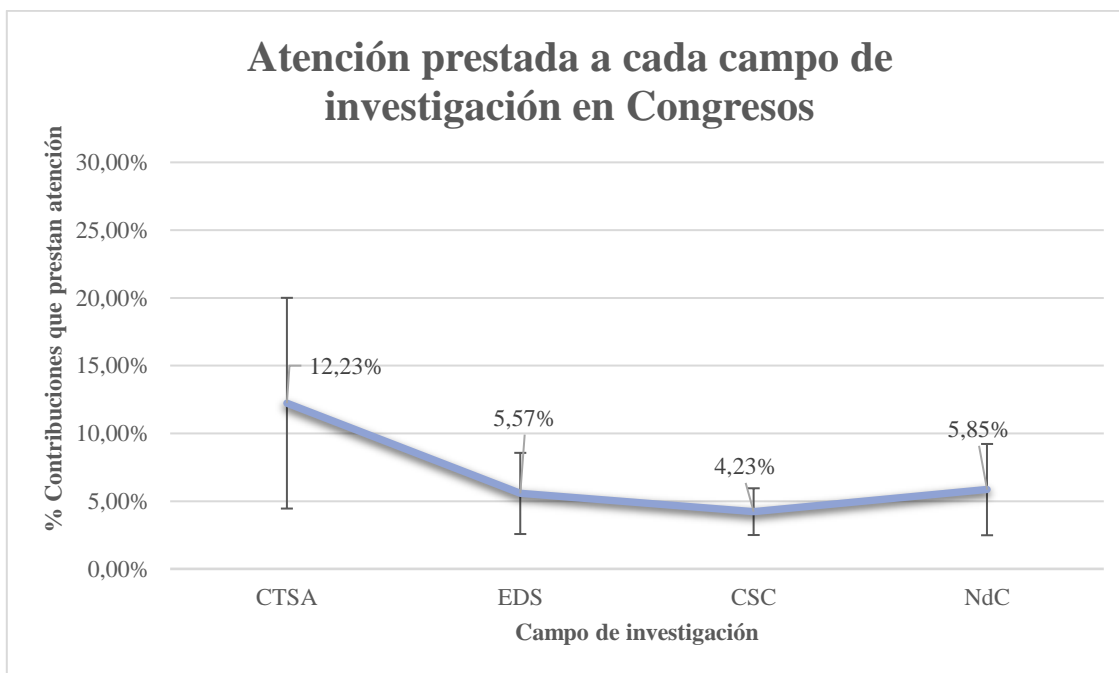


Gráfico 4.15: Especificación de la atención prestada a cada campo de investigación vinculado con CTSA en el diseño de análisis de congresos de didáctica de las ciencias experimentales.

En este contexto, podemos apreciar convergiendo con la segunda hipótesis que, desde los congresos de investigación en didáctica de las ciencias se observa un interés importante al área CTS, y destaca un mayor interés hacia el campo CTSA, seguido del de Naturaleza de la Ciencia, con resultados semejantes al de Educación para la Sostenibilidad.

4.2.3 ANÁLISIS DE LA ATENCIÓN PRESTADA A LAS INTERACCIONES CTSA EN TESIS DOCTORALES Y TFM DEPOSITADOS EN RODERIC

Con el fin de completar el estudio de esta atención de la Educación Científica hacia las interacciones CTSA, hemos querido acercarnos al ámbito de la investigación en la que se centran las tesis doctorales y TFM en este campo. A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el análisis de estos trabajos de investigación en RODERIC,



depositados desde la Facultad de Magisterio, en el campo que nos ocupa de la enseñanza de las ciencias.

RODERIC (Repositori d'Objectes Digitals per a l'Ensenyament la Recerca i la Cultura) es el repositorio institucional de la Universidad de Valencia que recoge y difunde la producción digital generado por los miembros de la comunidad universitaria en materia de cultura, docencia, colecciones digitalizadas e investigación.

Para analizar cuál es la atención que prestan los estudios universitarios a las interacciones CTSA, se han analizado los diferentes trabajos de investigación realizados en la Facultad de Magisterio dentro del departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales durante los años 2000-2020. Para realizar la investigación de las tesis y TFM publicados se han revisado todas las presentadas entre los años 2000-2020 que están disponibles en RODERIC.

A continuación, se presentan en la **Tabla 4.3** los resultados obtenidos en este análisis:

| Facultad de Magisterio (Departamento Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales) | | |
|--|-------------|-----------------|
| TRABAJOS DEPOSITADOS ENTRE 2000 Y 2020 | CTSA | % GLOBAL |
| 50 | 23 | 46% |

Tabla 4.3: Relación de tesis doctorales y TFM seleccionados por tratar las relaciones CTSA frente al total de depositados en RODERIC entre los años 2000-2020.

De un total de 6024 de trabajos de investigación depositados en la base de datos, un 4,9% corresponden a tesis doctorales y TFM presentados desde la Facultad de Magisterio (bloque de pedagogía). Dentro de estos, un 16% son trabajos depositados desde el Departamento de Ciencias Experimentales y Sociales. De estos trabajos depositados desde el Departamento, 50 entre enero de 2000 y abril de 2020, 23 tratan las relaciones CTSA, lo que representa un 46 % del total. En el Cuadro 4.4 se recogen los títulos de los trabajos de investigación dirigidos por personas del departamento. Cabe destacar que, aunque algunos títulos no aparentaban estar explícitamente relacionados, encontramos vinculación con la dimensión CTSA al leer los resúmenes, palabras clave, o bien, al revisar el contenido.

| REFERENCIA/TÍTULO | AUTOR/ES | AÑO |
|---|------------------------------|------------|
| “El uso de las cuestiones sociocientíficas para aumentar el interés y mejorar la visión de la Física y Química en el alumnado de la ESO”. | Montserrat Jover, María Rosa | 2019 |



Capítulo 4. Análisis e interpretación de los resultados de la puesta a prueba de las hipótesis.

| | | |
|--|------------------------------------|------|
| “Los documentales científicos como instrumentos de formación ciudadana para la Sostenibilidad”. | Sancho Úbeda, Javier Román | 2018 |
| “Contribución de las Prácticas de Campo a la construcción del Conocimiento Profesional del Profesorado de Biología. Un estudio con futuros docentes de la Universidad Surcolombiana” | Amórtegui Cedeño, Elías Francisco | 2018 |
| “Química verda i sostenibilitat en l'educació científica”. | Mascarell Borredà, Laura | 2017 |
| “Qüestions socio-científiques i debats per a millorar l'argumentació en classes de Física i Química”. | Ruiz Ruiz, Juan José | 2017 |
| “Cine de contenido científico como herramienta didáctica en la enseñanza de las ciencias en secundaria”. | Zahonero Moreno, Héctor | 2017 |
| “Investigació sobre el grau d'alfabetització científica dels estudiants preuniversitaris”. | Balastegui Tomàs, Mireia | 2016 |
| “Los museos etnológicos como instrumentos de formación ciudadana para hacer frente a los problemas que la humanidad tiene planteados”. | Redondo Castillo, Laura | 2015 |
| “El papel de la prensa en la educación científica y tecnológica”. | Gadea Trilles, Inmaculada | 2015 |
| “Educación ambiental y desarrollo sostenible en la enseñanza básica: análisis de una realidad brasileña en la provincia de Minas Gerais” | María Do Carmo Fernandes Sena Reis | 2015 |
| “Aprendizaje en cascada de competencias sobre el medio natural. El documental como herramienta” | Álvaro Mora, Nuria | 2015 |
| “Estratègies didàctiques en ciències experimentals dels mestres del Patronat d'Educació Rural de la diputació de València (1958-1985)” | García Ferrandis, Ignacio. | 2014 |
| “Alfabetització científica en secundària: aportació científica a la cultura ciutadana”. | Balastegui Tomàs, Mireia | 2014 |
| “El cine de ciencia ficción en la enseñanza de las ciencias en secundaria”. | Petit Pérez, María Francisca. | 2014 |



| | | |
|---|-------------------------------|------|
| “Pensamiento crítico y cuestiones socio-científicas: un estudio en escenarios de formación docente”. | Torres Merchán, Nidia Yaneth. | 2014 |
| “Museos de ciencia como herramienta para la alfabetización científica: contribución a la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnología”. | Segarra, Alexandre | 2013 |
| “El concepto de sostenibilidad en la educación científica”. | Moll Molió, Minerva | 2013 |
| “Imagen de la tecnología proporcionada por la educación tecnológica en la enseñanza secundaria”. | Ferreira Gauchía, Carlos | 2009 |
| “La atención de la prensa a la situación de emergencia planetaria”. | Calero Llinares, María | 2007 |
| “La atención a la situación del mundo en el tratamiento de la energía realizado por la educación Tecnológica” | López Alcantud, Javier | 2007 |
| “La enseñanza-aprendizaje del agua en el contexto de un desarrollo sostenible. Su aplicación en la enseñanza secundaria” | López Martínez, Catalina | 2007 |
| “La atención a los problemas del planeta en los museos de ciencia.”. | González Heli, Mario | 2006 |
| “Las interacciones ciencia, tecnología y sociedad en los ciclos formativos de sistemas eléctricos”. | Ríos Tarazona, Emilio | 2004 |

Cuadro 4.4: Relación de tesis doctorales y TFM depositados en RODERIC y seleccionados por tratar las relaciones CTSA.

A continuación, en el gráfico 4.16 se muestra la comparación del total de trabajos depositados en RODERIC desde el Departamento de Ciencias Experimentales y Sociales frente a los relacionados con la dimensión CTSA cada año en el período comprendido entre 2000 y 2020.

Se puede observar que existen años en los que no se depositó ninguna tesis doctoral o TFM desde el departamento, posiblemente debido a que solo recientemente es obligatorio hacerlo.

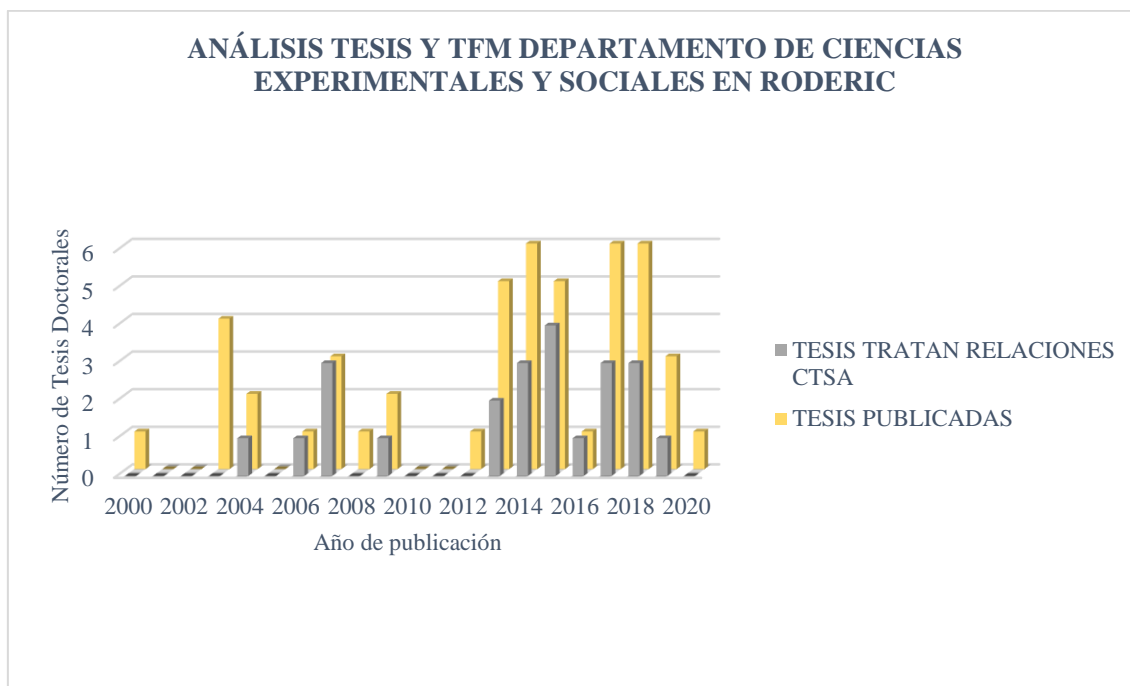


Gráfico 4.16: Análisis comparativo del número de tesis doctorales y TFM que tratan las relaciones CTSA con respecto del total de los depositados en RODERIC desde el Departamento de Ciencias Experimentales y Sociales.

Los resultados de esta muestra analizada indican, convergiendo con la segunda hipótesis, una atención significativa al campo CTS en las tesis doctorales y TFM de investigación en Didáctica de las Ciencias.

En cuanto a las dificultades encontradas en la puesta en marcha de este diseño experimental, queremos señalar que RODERIC no permite clasificar los trabajos por Facultades, únicamente por año de publicación, título, palabras clave, autor, resumen, etc., por tanto, para averiguar el número de tesis publicadas desde la Facultad de Magisterio, se han analizado las contenidas dentro del boque de Ciencias de la Educación. Además, en algunos casos se trata de trabajos de investigación de Fin de Máster o trabajos de Tercer Ciclo y no se especifica, sino que aparece como tesis doctoral. Por otro lado, ante la imposibilidad de realizar una búsqueda por departamentos, se ha optado por analizar las tesis dirigidas dentro de cada perfil de cada miembro del Departamento de Ciencias Experimentales y Sociales que aparecen en el repositorio.

Pensamos que, a pesar de que no todas las tesis leídas en el Departamento han sido depositadas en RODERIC, esta muestra es representativa y puede servir para indicar las tendencias globales de las temáticas de investigación de la totalidad de tesis producidas.

Después de mostrar en este apartado los resultados obtenidos con los diferentes diseños experimentales propuestos para poner a prueba nuestra segunda hipótesis de trabajo y una vez analizados los resultados, en el siguiente se presentarán los correspondientes a la tercera hipótesis de esta investigación.



4.3 ANÁLISIS DE LOS DATOS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS PARA LA 3ª HIPÓTESIS

En este apartado se exponen los resultados obtenidos en la aplicación de los diseños experimentales explicados en el capítulo 3.3 para poner a prueba la tercera hipótesis de este trabajo.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos al aplicar el cuestionario a alumnado de Educación Secundaria.

Para ello se ha pedido a 70 estudiantes de ESO que realizaran el cuestionario mostrado en el **Cuadro 3.13** presentado en el capítulo anterior, con la finalidad de aproximarnos a sus concepciones sobre las interacciones CTSA y sus visiones sobre la ciencia y los científicos.

De los 70 estudiantes, 45 pertenecen a 4º de ESO, 16 a 1º de ESO y 9 a 3º de ESO. De ellos un 48,6% son mujeres y un 51,4% hombres. Los estudiantes pertenecían cinco institutos diferentes de la Comunidad Valenciana, de los cuales tres son públicos y dos son concertados.

Cabe destacar que el inicio de la aplicación del cuestionario coincidió con la declaración del Estado de Alarma, debido a la pandemia provocada por la COVID-19, y la suspensión de las clases presenciales en los centros de Secundaria. Esto hizo que tuviéramos que adaptar el cuestionario a un formato digital y su realización por vía telemática, a través de la plataforma Google Forms. Además, aunque resulta representativa, también esta grave crisis explica el hecho de que la muestra, a pesar de proceder de 5 institutos diferentes, sea más reducida de lo que se pretendía para este estudio, ya que menos alumnos y alumnas de cada curso realizaron el cuestionario al no tratarse de una actividad propuesta en el aula por los docentes.

Como se vio en el capítulo 3, el cuestionario consta de 7 preguntas abiertas, con las que pretendemos aproximarnos a las concepciones que presentan los estudiantes sobre diferentes dimensiones de la ciencia y sus implicaciones en la sociedad y el medio. En el **Cuadro 4.5** se muestra qué se pretende analizar con cada ítem.

Para poder abordar el estudio de las respuestas, primero se realizó un análisis cualitativo, estableciendo categorías a medida que se analizaban las respuestas para cada ítem. En el **Anexo IX** se puede consultar el mapa de categorías emergentes. Una vez categorizadas todas las respuestas, para poder abordar el análisis cuantitativamente, se asoció cada categoría con un número, estableciendo una jerarquía ordinal:



| | ASPECTO QUE QUEREMOS ANALIZAR | CATEGORÍA | JERARQUÍA ORDINAL |
|--------|--|---------------------------------------|-------------------|
| ÍTEM 1 | VALORACIÓN DE LAS CIENCIAS | DEFINICIÓN POSITIVA | 1 |
| | | DEFINICIÓN NEUTRA | 2 |
| | | DEFINICIÓN NEGATIVA | 3 |
| ÍTEM 2 | DEFINICIÓN DE UN BUEN CIENTÍFICO | CARACTERÍSTICAS NEUTRAS/REALES | 1 |
| | | TÓPICOS | 2 |
| | | NO SABE/NO CONTESTA | 3 |
| ÍTEM 3 | CONOCIMIENTO DE LAS RELACIONES CIENCIA-TECNOLOGÍA | VISIÓN ADECUADA | 1 |
| | | VISIÓN PLAUSIBLE | 2 |
| | | VISIÓN ERRÓNEA O INCOMPLETA | 3 |
| | | NO SABE/NO CONTESTA | 4 |
| ÍTEM 4 | CONOCIMIENTO DE LA INFLUENCIA CIENCIA-SOCIEDAD | RECONOCEN 3 O MÁS EJEMPLOS | 1 |
| | | RECONOCEN 1 O 2 EJEMPLOS | 2 |
| | | RESPUESTAS INCORRECTAS | 3 |
| | | NO SABE/NO CONTESTA | 4 |
| ÍTEM 5 | CONOCIMIENTO DE LA INFLUENCIA SOCIEDAD-CIENCIA | RECONOCEN 3 O MÁS EJEMPLOS | 1 |
| | | RECONOCEN 1 O 2 EJEMPLOS | 2 |
| | | RESPUESTAS INCORRECTAS | 3 |
| | | NO SABE/NO CONTESTA | 4 |
| ÍTEM 6 | CONOCIMIENTO DE LAS IMPLICACIONES CIENCIA-MEDIO AMBIENTE | RECONOCEN 3 O MÁS EJEMPLOS | 1 |
| | | RECONOCEN 1 O 2 EJEMPLOS | 2 |
| | | RESPUESTAS INCORRECTAS | 3 |
| | | NO SABE/NO CONTESTA | 4 |
| ÍTEM 7 | VALORACIÓN GENERAL DE LA CIENCIA | VALORA ASPECTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS | 1 |
| | | VALORA ÚNICAMENTE ASPECTOS POSITIVOS | 2 |
| | | VALORA ÚNICAMENTE ASPECTOS NEGATIVOS | 3 |
| | | NO SABE/NO CONTESTA | 4 |

Cuadro 4.5: Jerarquización de las categorías emergentes en el análisis de los diferentes ítems que forman el cuestionario para el alumnado de Educación Secundaria y de los aspectos que se busca analizar con cada uno de ellos.

En primer lugar, con el objetivo de analizar la consistencia interna del cuestionario y, con ello, poder dotar de significación a las preguntas, se calculó el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniendo un coeficiente aceptable igual a 0.74.



A continuación, en el **Gráfico 4.18** se muestran los resultados para cada uno de los ítems.

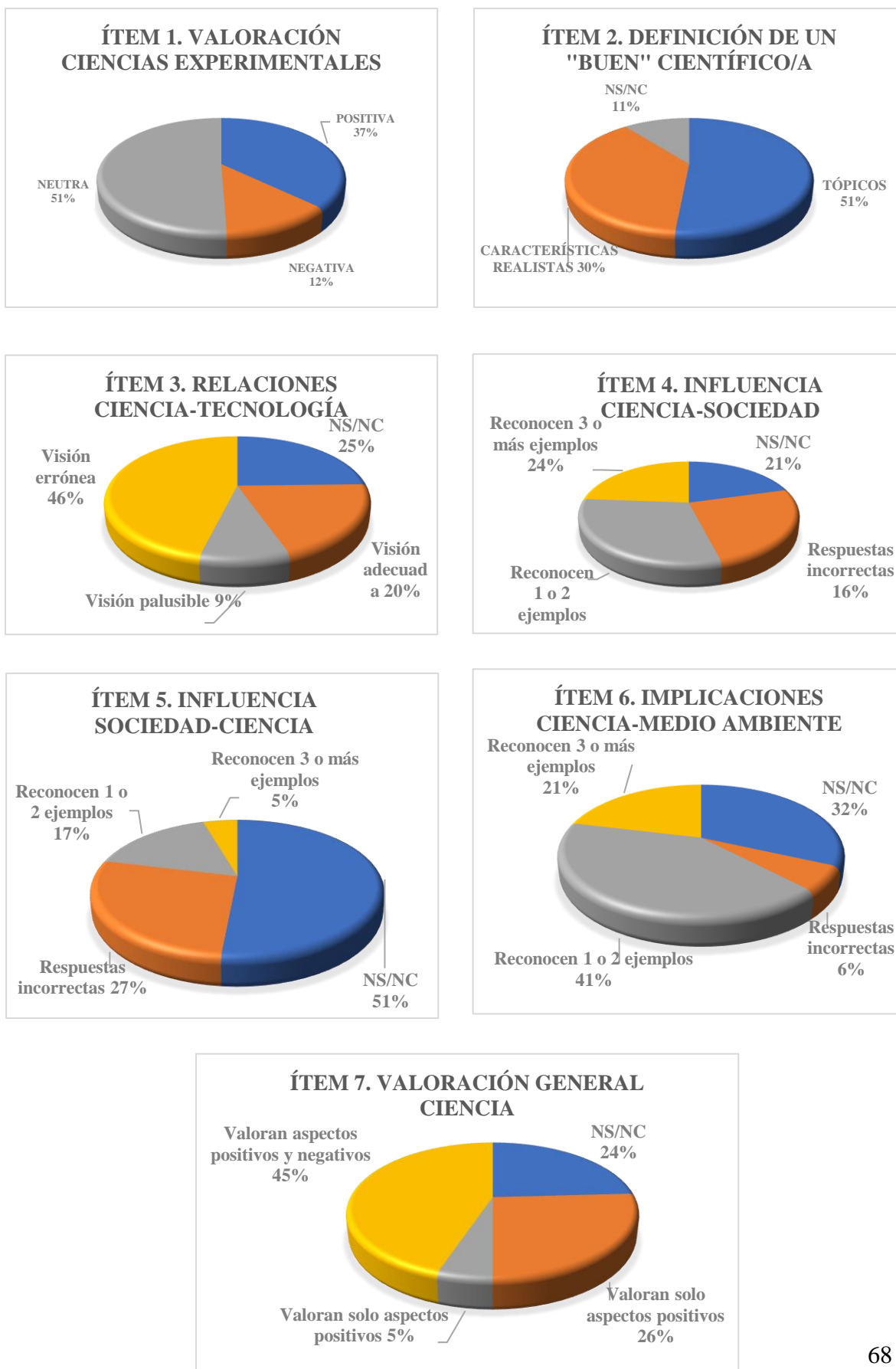


Gráfico 4.17: Porcentajes por categorías para cada ítem. N=70.



Se observa que aproximadamente la mitad de los alumnos y alumnas participantes definen las Ciencias Experimentales con adjetivos neutros (exactas, numéricas, complejas, naturales, educacionales, etc.). En la otra mitad, predomina la visión positiva sobre la negativa. En este sentido, un 45% del alumnado es capaz de ofrecer una reflexión valorando tanto los aspectos positivos como negativos de la ciencia, lo que significa que un 55% no han podido hacerlo, bien porque presentan una visión reduccionista, siendo capaces únicamente de percibir aplicaciones positivas o negativas de la ciencia o bien porque pueden ofrecer una respuesta con sentido.

En cuanto a la visión que los alumnos y alumnas presentan sobre los científicos y la actividad científica, destaca que, en más de la mitad de los casos, recurren a características tópicas para definir qué es lo que entenderían por ser un buen científico o científica.

Por otro lado, únicamente un 29% del alumnado que forma parte de esta muestra ha mostrado tener una visión adecuada o plausible sobre las relaciones que presentan la ciencia y la tecnología.

Aproximadamente, la mitad de los alumnos y alumnas son conscientes de la influencia que la ciencia tiene sobre la sociedad y pueden comentar al menos un ejemplo. Sin embargo, debemos destacar en este caso, que un 60% de las respuestas en este ítem se enfocan en la capacidad de la ciencia y los científicos de encontrar la cura a enfermedades y desarrollar vacunas. Posiblemente, la pandemia de la COVID-19 ha influido notablemente en sus respuestas y alterado en cierta medida los resultados en este ítem.

Sin embargo, el porcentaje de alumnos y alumnas que conocen la influencia de la Sociedad sobre el avance de la ciencia es mucho menor, ya que, únicamente un 22% son capaces de nombrar algún ejemplo en este sentido.

Un 62% del alumnado es capaz de reconocer la influencia de la ciencia sobre el ambiente, aportando al menos un ejemplo. De ellos, un 51% destacan implicaciones positivas mientras que el 49% restante lo hace con las negativas.

Mostramos a continuación, ejemplos de respuestas por categorías a los diferentes ítems del cuestionario.

| EJEMPLO RESPUESTAS CUESTIONARIO | |
|--|--|
| ÍTEM 1. <i>Escribe cinco palabras sueltas que expresen cómo son para ti las ciencias experimentales (Física, Química, Biología, Geología, etc.)</i> | CITA |
| DEFINICIÓN POSITIVA | <i>“Interesantes, divertidas, exactas, importantes y revolucionarias.”</i> |
| DEFINICIÓN NEUTRA | <i>“Culturales, exactas, reales, naturales, experimentales.”</i> |
| DEFINICIÓN NEGATIVA | <i>“Difíciles, técnicas, sobrealoradas, aburridas y agobiantes”</i> |



Capítulo 4. Análisis e interpretación de los resultados de la puesta a prueba de las hipótesis.

| | |
|---|--|
| ÍTEM 2. Explica qué es para ti ser un buen científico. | CITA |
| CARACTERÍSTICAS NEUTRAS/REALES | <i>“Es una persona que se dedica a investigar sobre cosas de este planeta y se dedica y hace lo que puede para descubrirlo.”, “una persona que investiga y estudia una cosa que puede ayudar a muchos sitios.”</i> |
| TÓPICOS | <i>“Acertar con experimentos”, “Saber que hacer y con ello poder realizar cálculos o experimentos etc.”, “Ser un buen científico significa haber estudiado mucho para serlo y estar trabajando en un proyecto muy importante como trabajar en la cura de un virus.”</i> |
| ÍTEM 3. ¿Qué relaciones existen entre ciencia y tecnología? | CITA |
| VISIÓN ADECUADA | <i>“La tecnología avanza haciendo que la ciencia avance, se complementan.”, “Las dos son necesarias en la actualidad, aportan muchos avances en la sociedad, a parte yo creo que se complementan, cuando estudias ciencia hay cosas sobre la tecnología y algunos estudios científicos desarrollan avances tecnológicos.”</i> |
| VISIÓN PLAUSIBLE | <i>“Ambas innovan y crean cosas nuevas, están en constante evolución.”, “La ciencia ha avanzado mucho gracias a la tecnología. se han podido estudiar muchas cosas gracias a aparatos tecnológicos.”</i> |
| VISIÓN ERRÓNEA O INCOMPLETA | <i>“La ciencia, es la base de todo, así que sin la ciencia no existiría la tecnología.”, “Que las dos trabajan con los átomos de una manera u otra.”</i> |
| ÍTEM 4. Indica tres o más ejemplos de influencias de la ciencia en la historia de la humanidad. | CITA |
| RECONOCEN 3 O MÁS EJEMPLOS | <i>“Cura de epidemias, crecimiento demográfico y replanteamiento de las ideas”, “1. El descubrimiento de la radioactividad tuvo aplicaciones médicas. 2. Las matemáticas hicieron posible el desarrollo de los ordenadores. 3. Las teorías de Einstein permitieron el desarrollo de la energía nuclear y de la bomba atómica.”</i> |
| RECONOCEN 1 O 2 EJEMPLOS | <i>“La ciencia ha dado medicamentos para combatir contra las enfermedades”, “Un ejemplo los medicamentos que han aumentado la esperanza de la vida.”</i> |
| RESPUESTAS INCORRECTAS/INCALIFICABLES | <i>“Gracias a los científicos que pudieron hacer cosas imposibles, pero gracias a la ciencia todo es posible.”, “que gracias a las ciencias podemos saber cosas básicas como por qué al saltar volvemos al suelo.”</i> |
| ÍTEM 5. Indica tres o más ejemplos de influencias de la sociedad a lo largo de la historia en el desarrollo de la ciencia. | CITA |
| RECONOCEN 3 O MÁS EJEMPLOS | <i>“1. La religión impedía el desarrollo científico. 2. La Segunda Guerra Mundial nos ayudó a entender que la ciencia debe ir acompañada de la ética. 3.Las guerras</i> |



Capítulo 4. Análisis e interpretación de los resultados de la puesta a prueba de las hipótesis.

| | |
|--|---|
| | <i>nos llevaron al desarrollo de la ciencia para fines bélicos."</i> |
| RECONOCEN 1 O 2 EJEMPLOS | <i>"la ciencia va a trabajar lo que estén, por decirlo así, pidiendo las personas, como por ejemplo si sale un virus nuevo, el trabajo para buscar una cura, para prevenirlo."</i> |
| RESPUESTAS INCORRECTAS/INCALIFICABLES | <i>"no creo que influya", "no ha influido", "Todo comenzó desde el inicio de la humanidad".</i> |
| ÍTEM 6. <i>Indica tres o más implicaciones de la ciencia en el medio ambiente.</i> | CITA |
| RECONOCEN 3 O MÁS EJEMPLOS | <i>"1. La construcción de infraestructuras que interrumpen el medio natural. 2. Verter sustancias tóxicas a los mares. 3. Residuos electrónicos o plásticos que son más difíciles de eliminar."</i> |
| RECONOCEN 1 O 2 EJEMPLOS | <i>"Energías renovables, conservación de ecosistemas y de especies."</i> |
| RESPUESTAS INCORRECTAS/INCALIFICABLES | <i>"responsabilidad, educación"</i> |
| NO SABE/NO CONTESTA | <i>"Sinceramente no se me ocurre ninguno."</i> |
| ÍTEM 7. <i>Realiza una valoración, sopesando ventajas e inconvenientes, del papel jugado por las ciencias en la vida de las personas.</i> | CITA |
| VALORA ASPECTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS | <i>"La ciencia es buena porque gracias a ella podemos tener grandes avances técnicos, vacunas, medicamentos etc. Pero en otras ocasiones hay personas que la han usado para crear armas que podrían exterminar cualquier cosa, pero en general es positivo el uso de la ciencia en nuestras vidas."</i> |
| VALORA ÚNICAMENTE ASPECTOS POSITIVOS | <i>"gracias a la ciencia han podido conseguir vacunas y muchos otros medicamentos para las personas."</i> |
| VALORA ÚNICAMENTE ASPECTOS NEGATIVOS | <i>"La ciencia influye en la utilización de productos químicos en nuestro día a día, los resultados de algunos experimentos que resultaron en catástrofe (Chernobyl, Fucushima)..."</i> |

Cuadro 4.6: Relación de ejemplos de respuestas por categorías a los diferentes ítems del cuestionario.

Para terminar de abordar el análisis estadístico, empleando de nuevo el programa IBM SPSS Statistics, se buscaron posibles asociaciones entre los ítems. Dado que mediante la prueba Kolmogorov-Smirnov comprobamos que los datos no seguían una distribución normal y que las variables se miden a nivel ordinal, se empleó la prueba de correlación de Spearman (r_s) (ver **Anexos X y XI**), de manera que pudimos determinar:

- El tipo de respuesta no está asociada al género, ni al tipo de centro de forma significativa para ninguno de los ítems.
- En general, los alumnos presentan ideas más adecuadas en torno a las relaciones CTSA (ítems 3, 4, 5 y 7) cuanto mayor es su edad, esta relación es moderada y negativa ($r_s = -$



0,329; -0,297; -0,239; -0,320; $p < 0,05$, respectivamente). Cabe recordar que las respuestas se han codificado de 1 a 4 siendo el valor más bajo el considerado mejor.

· Encontramos también una correlación moderada y positiva entre el ítem 7 y el 6 ($r_s = 0,452$; $p < 0,001$). En este caso, se observa que el grupo de alumnos y alumnas que tienen una visión realista de la ciencia y son capaces de reflexionar sobre los aspectos positivos y negativos de la misma, han sabido reconocer en mayor proporción que el resto la influencia de la ciencia sobre el ambiente.

Además, existen las siguientes asociaciones estadísticamente significativas:

· Asociación del ítem 3 con el 4 y con el 5 ($r_s = 0,385$; $0,358$; $p < 0,005$; respectivamente): Las personas que presentan una visión adecuada de las relaciones entre la ciencia y la tecnología también son capaces de reconocer la influencia de la ciencia en la sociedad y de la sociedad en la ciencia.

· Asociación del ítem 4 con el 5 y con el 6 ($r_s = 0,639$; $0,523$; $p < 0,001$; respectivamente): Una proporción estadísticamente significativa del alumnado que conoce la influencia de la ciencia sobre la sociedad también saben apreciar la de la sociedad sobre la ciencia. Las personas que reconocen la influencia de la ciencia en la sociedad también reconocen la influencia sobre el ambiente.

Somos conscientes de que este cuestionario nos sirve únicamente como una modesta aproximación a las concepciones del alumnado de Educación Secundaria. Por una parte, porque la muestra es pequeña y la distribución en los diferentes cursos es desequilibrada. Por otra, porque las respuestas obtenidas telemáticamente no son tan fiables como si se hubieran obtenido en clase con la supervisión de un profesor, ya que no podemos asegurar que los alumnos hayan contestado con sus propios conocimientos y no hayan buscado en otras fuentes de información. No obstante, el estudio, a pesar de las limitaciones muestra que las tendencias en los resultados obtenidos son convergentes con resultados de otros estudios previos (Furió y Vilches 1997; Martins, 2000; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2001, Solbes y Vilches, 2002; Solbes y Traver, 2003; Solbes, Montserrat y Furió, 2007), así como con la 3ª hipótesis. El alumnado presenta una visión menos negativa de la ciencia, aunque todavía reduccionista, ya que un porcentaje considerable de alumnos y alumnas no es capaz de reconocer las influencias recíprocas que existen entre la ciencia y la sociedad, las relaciones entre la ciencia y la tecnología, ni presentan una concepción realista de la profesión de los científicos. Es decir que, en general, los resultados muestran un desconocimiento de las interacciones CTSA por parte del alumnado, por lo que su tratamiento en las clases de ciencias debe ser todavía insuficiente. Esto nos lleva a pensar que falta mucho por hacer respecto a la necesaria alfabetización científica de la ciudadanía en las aulas de ciencias.



Capítulo 4. Análisis e interpretación de los resultados de la puesta a prueba de las hipótesis.

Además de las limitaciones halladas a la hora de aplicar el cuestionario, la situación de emergencia sanitaria provocada por la COVID-19 ha comportado otras dificultades durante el desarrollo de este Trabajo Fin de Máster derivadas principalmente de la interrupción de las clases presenciales y la necesidad de adecuarnos al trabajo a distancia. Una de las consecuencias ha sido la imposibilidad de poner en marcha y evaluar un programa de actividades que incorporara la dimensión CTSA en las aulas de Educación Secundaria, que por tanto, será desarrollado en una segunda fase de la investigación que se tiene previsto realizar con la tesis doctoral.



CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

En esta sección se pretende establecer las conclusiones más relevantes de esta investigación que, como se recordará, pretendía dar respuesta a una serie de preguntas relacionadas con la atención prestada a las interacciones CTSA desde diversos ámbitos de la investigación en didáctica de las ciencias y del currículo de las asignaturas científico-tecnológicas. Del mismo modo, se pretendía estudiar en qué medida el alumnado de Educación Secundaria Obligatoria conoce dichas interacciones y cuáles son sus visiones sobre la ciencia y los científicos.

En el capítulo 2, se han enunciado y fundamentado las dos hipótesis centrales de la investigación que, como se recordará, son:

Hipótesis 1: El currículum actual de las asignaturas científico-tecnológicas en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato presta atención a las interacciones de la Ciencia con la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente en que se insertan.

Hipótesis 2: La atención prestada a las interacciones CTSA desde la investigación didáctica, en general, ha tenido una evolución positiva

Hipótesis 3: Aunque la atención a las interacciones CTSA ha aumentado en el campo de la investigación educativa, la repercusión en la enseñanza de las ciencias en Educación Secundaria no ha seguido el mismo impulso y resulta todavía insuficiente.

Para poner a prueba las hipótesis, en el capítulo 3 se han explicitado los diferentes diseños y los aspectos metodológicos empleados.

La puesta en marcha de los diseños ha supuesto, en primer lugar, analizar la presencia de menciones a la dimensión CTSA en el currículo LOMCE, concretamente examinando los estándares de aprendizaje evaluables, por ser los elementos con mayor grado de concreción y especificidad del currículo.

Para la puesta a prueba de la segunda hipótesis, se ha llevado a cabo el análisis de la evolución experimentada por la atención a la dimensión CTSA en la última década desde la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Para ello, el estudio se ha centrado, por una parte, en examinar las tendencias de las publicaciones en 7 revistas a lo largo de una década y 2 congresos elegidos de entre los más relevantes en esta área de la investigación en didáctica desarrollados entre 2010 y 2019; y por otra, en examinar las tesis doctorales depositadas desde la Facultad de Magisterio de la Universidad de Valencia en RODERIC (Repositori d'Objectes Digitals per a l'Ensenyament la Recerca i la Cultura).

Por su parte, el abordaje de la tercera hipótesis ha consistido en realizar una aproximación inicial al análisis de la visión de la ciencia y las concepciones del alumnado de Educación Secundaria en torno a las interacciones CTSA.



En cuanto a los resultados, globalmente podemos señalar que, convergiendo con la primera hipótesis, se ha puesto de manifiesto que el currículum LOMCE presta atención a las interacciones CTSA desde prácticamente todas las asignaturas de carácter científico-tecnológico, siendo esta atención variable desde un 7% a un 65% de EAE que contienen menciones a la dimensión CTSA con respecto al total. Analizando los resultados con mayor profundidad, podemos concluir que, en general, esta atención es mayor en promedio desde las asignaturas científicas, las correspondientes al nivel de Secundaria y las de carácter optativo que en las tecnológicas y correspondientes al nivel educativo de Bachillerato y de carácter troncal en el currículum.

No obstante, debemos destacar la excepción del currículum de Tecnología de los cursos de 1º a 3º de ESO, en los que no hemos encontrado ninguna referencia a la dimensión CTSA. Consideramos que esta exclusión podría estar provocando que los docentes estén impartiendo de forma propedéutica sin mostrar una visión real del papel de la tecnología en la sociedad y el medio, lo que podría significar un alejamiento y falta de interés por parte del alumnado.

Por lo que respecta a la segunda hipótesis, la principal conclusión que subyace de este Trabajo de Fin de Máster es que la atención prestada a las interacciones CTSA y campos de investigación vinculados por parte de las diferentes revistas y congresos analizados a lo largo de la década ha sido importante y constante. Además, cabe señalar que, de forma general, ha seguido una leve tendencia creciente. Asimismo, hemos caracterizado esta atención concedida por parte de las revistas, concluyendo que los campos de investigación que han experimentado un mayor desarrollo han sido los de Naturaleza de la Ciencia y Educación para la Sostenibilidad, y que esta atención se ha producido especialmente dentro del nivel de Educación Secundaria Obligatoria. Desde los congresos de investigación en didáctica de las ciencias, se observa un mayor interés hacia el campo CTSA, seguido del de Naturaleza de la Ciencia. En este sentido, no hay que olvidar que en los dos últimos congresos ÁPICE celebrados (en 2016 y 2018) se ha dedicado una línea o eje temático exclusivamente a los temas CTSA. Lo mismo ocurre desde los congresos de Enseñanza de las Ciencias, donde estos ejes temáticos enfocados de forma exclusiva en los temas CTSA y vinculados han ido aumentando su número hasta ser 3 en el último congreso celebrado. Igualmente, hemos apreciado una atención significativa a la dimensión CTSA en las tesis doctorales y TFM depositados en RODERIC desde la Facultad de Magisterio, ya que 46 % del total se enmarcan dentro de un enfoque CTSA. Subrayamos, además que, de ellas, cerca de la mitad ponen el acento especialmente en las relaciones de la ciencia con el medio ambiente.

Así pues, podemos señalar que en este trabajo de investigación los resultados obtenidos indican que la investigación en didáctica de las Ciencias Experimentales no ha dejado de prestar una atención considerable en la última década a las interacciones CTSA y otros campos de investigación que convergen en sus objetivos y se desarrollan en el marco de este enfoque y que este impulso ha trascendido también al currículum que ha ido



incorporando la dimensión CTSA en la mayoría de áreas científico-tecnológicas de Educación Secundaria y Bachillerato. Sin embargo, y a pesar de las limitaciones de nuestro diseño experimental, hemos podido aproximarnos a la idea de que, en general, este alcance todavía resulta insuficiente en la enseñanza de las ciencias en Educación Secundaria.

En este sentido, en los resultados referentes a la tercera hipótesis hemos constatado que, a pesar de que entre el alumnado de Secundaria que ha participado en el estudio predomina una visión neutra y positiva de la ciencia por encima de la negativa, un 62% no saben definir en qué consiste la actividad científica o recurren a características tópicas mostrando tener una visión completamente descontextualizada de los científicos y del modo en que trabajan. Un 71% del alumnado no conoce las mutuas relaciones entre la ciencia y la tecnología o bien tienen una visión errónea de las mismas, presentándolas como independientes o concibiendo a la Tecnología como mera aplicación de la ciencia. Asimismo, un 78% de los alumnos y alumnas ignoran la influencia del medio social en el desarrollo científico y tecnológico y, aunque el 54% ha sabido mencionar algún ejemplo de influencia de la ciencia en la sociedad, aproximadamente un 60% de estos mismos alumnos ha recurrido a las vacunas de forma exclusiva para explicar el papel jugado por la ciencia a lo largo de la historia de la humanidad y en la actualidad, sin ser capaces de citar más ejemplos. Posiblemente, el mejor escenario se presenta en relación a las interacciones Ciencia-Ambiente, ya que, en este caso, un 62% de los estudiantes han sabido citar algún ejemplo de influencia positiva o negativa de la sociedad y la ciencia sobre el medio ambiente.

Por todo lo expuesto, podemos pensar a la vista de estos resultados, que los aspectos de las relaciones CTSA siguen sin ser tenidos en cuenta en la enseñanza de las ciencias de forma adecuada. Esto nos lleva a corroborar la necesidad de seguir trabajando para que profesorado y libros de texto puedan contribuir a mostrar una imagen de la ciencia más completa y contextualizada, con el objetivo de favorecer que los estudiantes sean capaces de realizar evaluaciones sobre diversos desarrollos científicos y tecnológicos, sobre su utilidad, sus riesgos, su impacto social y ambiental y muy en particular conocer e impulsar el papel de la ciencia y la tecnología en la solución de la problemática socioambiental a que se enfrenta la humanidad. Pensamos que es un requisito fundamental para lograr una sociedad científicamente alfabetizada y preparada para la toma de decisiones en el marco de la construcción de sociedades más justas y sostenibles.

Recalcar finalmente que el objetivo principal de este Trabajo Final de Máster ha sido analizar y conocer la situación actual tanto en el ámbito de investigación en didáctica de las ciencias como en la enseñanza de las ciencias en Educación Secundaria, con el fin de establecer un punto de partida desde el que comenzar una segunda fase de investigación que podrá abarcar los puntos que se comentan en el siguiente apartado.



PERSPECTIVAS

Por lo que se refiere a las perspectivas que abre esta investigación, que se espera desarrollar en una tesis doctoral, pensamos que sería importante:

- Profundizar en el análisis de esta primera parte del trabajo, ampliando la muestra de revistas y congresos, así como el período de tiempo analizado para poder tener una visión de mayor recorrido que facilite el análisis de la evolución de la atención a las interacciones CTSA, conociendo con mayor profundidad las tendencias e incrementando la robustez de los resultados.
- Comparar la evolución de la atención prestada desde los currículos de las asignaturas científico-tecnológicas en el tiempo y analizar también el decreto de la GVA (y de otras comunidades, para tener una visión global del currículum en todo el territorio español).
- Para conocer las concepciones del alumnado acerca de la ciencia y las interacciones CTSA, ampliar la muestra del cuestionario y hacerlo extensivo también al alumnado de Bachillerato, para verificar resultados convergentes. Completar el tipo de cuestionario utilizado en este trabajo con otro de respuestas cerradas y estructuradas previamente, y complementarlo con entrevistas al alumnado que nos permita conocer mejor sus visiones sobre la ciencia y sus interacciones en la sociedad y el medio.
- En este sentido, sería interesante poder indagar también en cómo construyen esas opiniones y de dónde proceden los juicios de valor que les llevan a tener esas visiones.
- Conocer a través de cuestionarios y entrevistas las concepciones docentes sobre las interacciones CTSA, así como la importancia que le prestan en las clases de ciencias.
- Analizar también la práctica de docentes en activo mediante entrevistas y cuestionarios, así como los libros de texto y otros recursos utilizados en el aula.
- A partir de este análisis en profundidad de las concepciones y visiones del alumnado, diseñar, poner en marcha y evaluar programas de actividades que incorporan la dimensión CTSA en las aulas de Educación Secundaria.
- Examinar el modo en que la formación del profesorado, tanto permanente, como continuada atiende a las interacciones CTSA. Es decir, analizar el Máster Universitario en Profesor/a de Educación Secundaria, a través de las guías docentes y completando con cuestionarios y entrevistas, por ejemplo, al profesorado que los imparte.
- Diseñar un programa de actividades orientado hacia la formación del profesorado de Secundaria, en el que se incida en la importancia de enseñar ciencias desde un enfoque CTSA.



Estas son algunas de las perspectivas que abre el trabajo presentado, que, como se ha comentado anteriormente, sería necesario ampliar y profundizar. Nuestra intención ha sido contribuir desde la Didáctica de las Ciencias al estudio de este aspecto esencial de la educación científica que juega un papel vital en la formación de futuros ciudadanos preparados para participar socialmente de la ciencia y que presenten una visión adecuada de los problemas a los que se enfrenta la humanidad hoy día y en el futuro.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO-DÍAZ, J. A. A (1994). Los futuros profesores de enseñanza secundaria ante la sociología y la epistemología de las ciencias: Un enfoque CTS. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, (19), 111-125.
- ACEVEDO-DÍAZ, J. A. A. (1995). Educación tecnológica desde una perspectiva CTS- Una breve revisión del tema. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 3, 75-84.
- ACEVEDO-DÍAZ, J. A. A. (1996). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Biblioteca Digital da OEI*.
- ACEVEDO-DÍAZ, J. A. A. (1997). Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): un enfoque innovador para la enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, (10), 269-275.
- ACEVEDO, J. A. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 1, nº 1, pp. 3-16.
- ACEVEDO, J. A. A. y GARCIA-CARMONA, A. (2016). "Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado": Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 3-19.
- ACEVEDO-ROMERO P. y ACEVEDO-DÍAZ, J. A. A (2002). Proyectos y materiales curriculares para la educación CTS: enfoques, estructuras, contenidos y ejemplos. *Bordón*, 54(1).
- ACEVEDO, J. A. A., VÁZQUEZ, J. 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).
- AGUIAR-SANTOS, D., VILCHES PEÑA, A. y PEIXOTO DE BRITO, L. (2016). Evolução CTS a CTA nos Seminários Ibero-Americanos. *Indagatio Didáctica*, vol. 8, num. 1, p. 1962-1974.
- AIKENHEAD, G.S. (1985). Collective decision making in the social context of science. *Science Education*, 69, pp. 453-475.
- AIKENHEAD, G. S. (1994). What is STS science teaching? *STS education: International perspectives on reform*, 47-59.
- AIKENHEAD, G. S. (2001). Integrating Western and Aboriginal sciences: Cross-cultural science teaching. *Research in Science Education*, 31(3), 337 – 355.
- AIKENHEAD, G. S. (2002). STS Education: A Rose by Any Other Name. En R. Cross (Ed.): *A Vision for Science Education: Responding to the work of Peter J. Fensham*, pp. 59-75. New York: Routledge Falmer.
- AIKENHEAD, G. S. (2005). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) Una buena idea como quiera que se le llame. *Educación química*, 16(2), 304-315.
- ARÉVALO-PEÑA, M. (2013). *Estudio exploratorio sobre las prácticas de laboratorio en Secundaria y diseño de una propuesta para 1º de ESO bajo un enfoque CTS y desde la perspectiva constructivista* (Master's thesis).
- ARIZA, M. R., ABRIL, A.M., QUESADA, A. y GARCÍA, F. J (2014). *Conectar el aprendizaje por investigación con controversias socio-científicas*. Contribuciones del proyecto europeo PARRISE. Comunicación presentada en XXVI en Encuentros en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Huelva.
- B.O.E (2014). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.



- Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>.
- BECERRA, J. J. (2010). Origen, desarrollo de los estudios CTS y su perspectiva en América Latina. MANCERO, M.; POLO, R. *Ciencia, política y poder: debates contemporáneos desde Ecuador*. Quito: FLACSO, Sede Ecuador.
- BELL, R. L. y LEDERMAN, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology-based issues. *Science Education*, 87(3), 352 – 377.
- BERGANDI, D. y GALANGAU-QUERAT, F. (2008). Le Développement durable. Les Racines environnementalistes d'un paradigme. *Aster*, 46, p. 31-44
- BINGLE, W. y GASKELL, P.J. (1994). Scientific Literacy for decision making and the social construction of scientific knowledge. *Science Education*, 78(2), pp. 185-201.
- BLANCO-LÓPEZ, Á., PEÑA, M., DEL ROSARIO, M. B. y JIMÉNEZ-LISO, R. (2018). ¿Puede la investigación iluminar el cambio educativo? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 21(2), 15-28.
- BYBEE, R. W. (1991). Planet Earth in crisis: how should science educators respond? *The American Biology Teacher*, 53(3), 146-153.
- BYBEE, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- CABALLERO, I., PARAMÁ, A. y COCA, J. R. (2018). Reflexiones teóricas sobre la necesidad de humanizar las ciencias experimentales en los procesos didácticos. *Argumentos de razón técnica*, 21, 13-24.
- CABEZAS, L. M. C. (2016). El origen de CTS. *Publicaciones didácticas*. Nº 76.
- CANO, C. A. Q. (2017). Dinámicas de formación en perspectivas ciencia, tecnología y sociedad en el contexto del s. XXI globalizado. *Revista Boletín Redipe*, 6(7), 124-138.
- CARSON, R. (1962). *Silent Spring*. Boston, USA: Houghton Mifflin.
- CEREZO, J. A. L. (1999). Los estudios de ciencia, tecnología y sociedad. *Revista Iberoamericana de Educación*, (20), 217-225.
- CERVELLÓ, J. C. (2010). El informe Rocard: una alternativa para la formación científica de la ciudadanía. *Educación Científica "Ahora": El Informe Rocard*, 9-46.
- CHOWDHURY, M. A. (2016). The Integration of Science-Technology-Society/Science-Technology-Society-Environment and Socio-Scientific-Issues for Effective Science Education and Science Teaching. *Electronic Journal of Science Education*, 20(5), 19-38.
- CHUN, S.; OLIVER, J. S.; JACKSON, D. F. y KEMP, A. (1999). *Scientific Literacy: An Educational Goal of the Past Two Centuries*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston, MA.
- COUSO, D., JIMÉNEZ, M. P., LÓPEZ-RUIZ, J., MANS, C., RODRÍGUEZ, C., RODRÍGUEZ, J. M. y SANMARTÍ, N. (2011). *Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas en España*.
- CUTCLIFFE, S. H. (2003). *Ideas, máquinas y valores: Los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad* (No. 14). Anthropos Editorial.
- DEBOER, G. E. (1997). Historical perspectives on scientific literacy. En W. Gräber y C. Bolte (Eds.), *Scientific Literacy: An International Symposium*, (pp. 69-86). Kiel: IPN, University of Kiel.



- DEBOER, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- ESQUIVEL-MARTÍN, T., BRAVO-TORIJA, B. y PÉREZ MARTÍN, J. L. (2019). Brecha entre investigación y praxis educativas en la enseñanza de biología. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 17.4, 75-91.
- EURYDICE., España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2012). *La enseñanza de las Ciencias en Europa: políticas nacionales, prácticas e investigación*. Ministerio de Educación.
- FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la tecnología). (2018). Percepción social de la ciencia y la tecnología, novena encuesta, Madrid. https://www.fecyt.es/sites/default/files/news/attachments/2018/11/resumen_resultados_epsc2018.pdf.
- FERNANDES I. M. (2016). *A Perspetiva CTSA nos Documentos Oficiais Curriculares e nos manuais escolares de Ciências da Educação Básica: Estudo Comparativo entre Portugal e Espanha*. Tese de Doutoramento (não publicada). Valladolid: Universida de de Valladolid.
- FERNANDES I. M., PIRES D., DELGADO-IGLESIAS J. (2016). Integração de conteúdos ctsa no currículo e nos manuais escolares portugueses de ciências do 2.ºCEB: Que relação de continuidade/descontinuidade? *Indagatio Didactica*, 8(1), 986-999.
- FERNANDES, I. M., PIRES, D. M., e IGLESIAS, J. D. (2018) ¿Qué mejoras se han alcanzado respecto a la Educación Científica desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente en el nuevo Currículo Oficial de la LOMCE de 5º y 6º curso de Primaria en España? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(1), 1101.
- FERNANDES, I. M., PIRES, D. M. y VILLAMAÑÁN, R. M. (2014). Educación científica con enfoque ciencia-tecnología-sociedad-ambiente: construcción de un instrumento de análisis de las directrices curriculares. *Formación universitaria*, 7(5), 23-32.
- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, L. (1995). La asignatura de CTS en el nuevo bachillerato. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (3), 61-68.
- FERNÁNDEZ, I., GIL- PÉREZ, D., VALDÉS, P. y VILCHES, A. (2005). ¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos y transmitimos? En: Gil-Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. (Eds.) ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Santiago de Chile: OREALC/ UNESCO.
- FERREIRA, C., PEÑA, A. V. y PÉREZ, D. G. (2006). Imagen de la Tecnología transmitida por los textos de educación tecnológica. *Didáctica de las Ciencias experimentales y Sociales*, (20), 23-46.
- FRANCO, R., GALLEGOS, R. y PÉREZ, R. (2009). Desarrollo científico en Colombia: una revisión de las revistas científicas especializadas en ciencias de la naturaleza. *Tecné Episteme y Didaxis* [número extraordinario]. IV Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias.
- FRANCO, R., y ORDOÑEZ, L. Y. (2020). El enfoque de química verde en la investigación en didáctica de las ciencias experimentales. Su abordaje en revistas iberoamericanas: 2002-2018. *Educación Química*, 31(1), 84-104.



- FURIÓ, C. y VILCHES, A. (1997). Las actitudes del alumnado hacia las ciencias y las relaciones ciencia, tecnología y sociedad. *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori, 47-71.
- FURIÓ, C., VILCHES, A., ARANZABAL, J. G. y ROMO, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 19(3), 365-376.
- GAGO, J. M., ZIMAN, J., CARO, P., CONSTANTINOU, C. P., DAVIES, G., PARCHMANN, I. y SJOBERG, S. (2004). *Europe needs more scientists: Report by the high-level group on increasing human resources for science and technology*. Office for Official Publications of the European Communities.
- GARCÍA-CARMONA, A. (2008a). Relaciones CTS en la educación científica básica I. Un análisis desde los textos escolares en la enseñanza de la electrónica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 375-388.
- GARCÍA-CARMONA, A. (2008b). Relaciones CTS en la educación científica básica II. Investigando los problemas del mundo. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(3), 389-402.
- GARCÍA-CARMONA, A. y CRIADO, A.M. (2008). Enfoque CTS en la enseñanza de la Energía Nuclear: análisis de su tratamiento. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(1), 107-124.
- GARCÍA-CARMONA A. y CRIADO A.M. (2012). Naturaleza de la Ciencia en Educación Primaria: Análisis de su presencia en el currículo oficial español. In Martín-Díaz M. J., Gutiérrez- Julián M. S., Gómez-Crespo M. (Coords.), *Atas do VII Seminario Ibérico/III Seminario Iberoamericano CTS en la enseñanza de las Ciencias*. Madrid, España: OEI.
- GARCÍA-CARMONA A., CRIADO A.M. y CAÑAL P. (2014). ¿Qué educación científica se promueve para la etapa de primaria en España? Un análisis de las prescripciones oficiales de la LOE. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 139-157.
- GAVIDIA, V. C., MOYA, R. A. y BEGUER, A. C. (2011). ¿Desaparecen las transversales con la aparición de las competencias? *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, pág. 131-148. nº 25.
- GIL, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 069-77.
- GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. y MARTÍNEZ, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.
- GIL, D., MACEDO, B., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., SIFREDO BARRIOS, C., VALDES, P. y VILCHES PEÑA, A. (2005). ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 1-4.
- GIL, D. y VILCHES, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI: obstáculos y propuestas de actuación. *Revista Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.
- GIL, D. y VILCHES, A. (2004). La contribución de la ciencia a la cultura ciudadana. *Cultura y Educación*, 16(3), 259-272.
- GIL, D. y VILCHES, A. (2005). Inmersión en la cultura científica para la toma de decisiones ¿realidad o mito? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), pp. 302-329.
- GIL, D., VILCHES, A., TOSCANO, J.C. y MACÍAS, O. (2006). Década de la Educación para un futuro sostenible (2005-2014). Un necesario punto de inflexión



- en la atención a la situación del planeta. *Revista Iberoamericana de Educación*, 40, 125-178.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M.I. y LÓPEZ CERREZO, J.A. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid, España: Editorial Tecnos; p. 11-12, 58-65,98.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M.I., LÓPEZ CERREZO, J.A. y LUJÁN LÓPEZ, J.L. (1997). "Ciencia, Tecnología y Sociedad". Ed. Ariel. Barcelona.
- GORDILLO, M. (2005). Cultura científica y participación ciudadana: materiales para la educación CTS. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, 2(6), 123-135.
- GORDILLO, M. (2009). Educación con enfoque CTS. Cátedra CTS+I. Perú. Recuperado de: <https://docplayer.es/57974752-Catedra-cts-i-peru-modulo-7-profesor-mariano-martingordillo.html>
- GRILLI SILVA, J. (2015). Sevend Pounds y Biología. Zoología y trasplante de órganos en el epílogo del film, una experiencia en formación de docente. *Revista Didáctica de la Ciencias Experimentales y Sociales*, vol. 29, pp. 233-246.
- HACKETT, E. J. (2000). Trends and opportunities in science and technology studies: A view from the National Science Foundation. In D. D. Kumar y D. E. Chubin (Eds.), *Science, technology, and society: A sourcebook on research and practice* (pp. 277 – 291). New York: Kluwer Academic/Plenum.
- HOLBROOK, J. (2000). School Science Education for the 21st Century - Promoting Scientific and Technological Literacy (STL). *Wirescript Magazine - Education*.
- HURD, P. (1998). Scientific literacy: new minds for a changing world. *Science Education*, 82(3), 407-416.
- IBARRA, A. y LÓPEZ CERREZO, J. A. (2001). *Desafío y tensiones actuales en ciencia tecnología, tecnologías y sociedad*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- JENKINS, E. (1989). Why the history of science? In M. Shortland y A. Warwick, *Teaching the history of science* (pp. 19 – 29). Oxford, England: Basil Blackwell.
- KEMP, A.C. (2002). Implications of diverse meanings for "scientific literacy". Paper presented at the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science. Charlotte, NC. En P.A. Rubba, J.A. Rye, W.J. Di Biase y B.A. Crawford (Eds.), *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science* (pp. 1202-1229). Pensacola, FL (*ERIC Document Reproduction Service* No. ED 438 191): AETS.
- KOLSTØ, S.D. (2001). 'To trust or not to trust...' - pupils' ways of judging information encountered in a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 23(9), 877- 901.
- KOMIYAMA H., TAKEUCHI K. (2006). Sustainability science: building a new discipline. *Sustain Sci* 1(1):1–6.
- LAUGKSCH, R.C. (2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education*, 84(1), 71-94.
- LAWRENCE, C., YAGER, R., SOWELL, S., HANCOCK, E., YALAKI, Y. y JABLON, P. (2001). *The Philosophy, Theory and Practice of Science-Technology-Society Orientations*. Annual Meeting of the Association for the Education of Teachers in Science, Costa Mesa, CA.
- LINDSAY, S. (2011). Scientific Literacy: A Symbol for Change. En J. Loughran, K. Smith, A. Berry (Eds.), *Scientific Literacy Under the Microscope* (pp. 3-15). Clayton, Australia: Sense.



- LÓPEZ CERREZO, J. A. (1998). Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. *Revista iberoamericana de educación*, 18, 41-68.
- LOZANO, O.R. (2012). *La ciencia recreativa como herramienta para motivar y mejorar la adquisición de competencias argumentativas*. Tesis doctoral. Universitat de València.
- LUJÁN, J. L., y LÓPEZ CERREZO, J. A. (2009). De la promoción a la regulación. El conocimiento científico en las políticas públicas de ciencia y tecnología. *Gobernar los riesgos: ciencia y valores en la sociedad del riesgo* (pp. 75-98). Biblioteca Nueva.
- MANASSERO, M. A. y VÁZQUEZ A. (2019). Conceptualización y taxonomía para estructurar los conocimientos acerca de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(3), 3104.
- MANASSERO M. A., VÁZQUEZ A. y ACEVEDO J. A. (2003) Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS). Princeton, NJ: Educational Testing Service. Recuperado de: <http://www.ets.org/testcoll>
- MARCO-STIEFEL, B. (2003). La ciencia y la tecnología escolar en el marco de las nuevas alfabetizaciones. *Alambique*, 38, 21-32.
- MARQUES P. M., FOGGIATTO, R. M. C. y SAUER, E. (2018). Experimentação investigativa no ensino de química em um enfoque CTS a partir de um tema sociocientífico no ensino médio. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 17(3).
- MARTÍN-DÍAZ, M. J., JULIÁN, M. S. G., y CRESPO, M. Á. G. (2013). ¿Por qué existe una falla entre la innovación e investigación educativas y la práctica docente? *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, 8(22), 11-31.
- MARTÍNEZ ÁLVAREZ, F. (2004). El Movimiento de Estudios Ciencia-Tecnología-Sociedad: su origen y tradiciones fundamentales. *Humanidades Médicas*, 4(10).
- MARTÍNEZ, L. F. (2010). *A abordagem de questões sociocientíficas na formação continuada de professores de Ciências: contribuições e dificuldades*. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias "Universidade Estadual Paulista", Bauru, Brasil.
- MARTÍNEZ, L. F. (2012). *Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores*. São Paulo: Editora Unesp.
- MARTÍNEZ, L., y DUARTE, Á. P. R. (2006). Estrategia didáctica con enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, para la enseñanza de aspectos de bioquímica. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, (19).
- MARTÍNEZ, L. F. y PARGA, D. (2013). La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 8(1), 23-35.
- MARTINS, I. P. (2000): *O movimento CTS na Península Ibérica*. Aveiro: Universidade de Aveiro, Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa.
- MASCARELL, L. B. (2017). *Química verde y sostenibilidad en la educación científica* (Tesis Doctoral, Universitat de València).
- MASCARELL, L. B. y VILCHES, A. (2016). Química Verde y Sostenibilidad en la educación en ciencias en secundaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 34(2), 25-42.
- MEDINA, M., y SANMARTÍN, J. (1990). El programa tecnología, ciencia, naturaleza y sociedad. *Ciencia, Tecnología y Sociedad: estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona: Anthropos, 114-121.



- MEDIR, M. (1995). El Proyecto APQUA. La enseñanza de las Ciencias a partir de temas sociales de actualidad. *Alambique*, 3, 53-60.
- MEDIR, M. y ABELLÓ, A. M. (1999). APQUA: un proyecto CTS a partir de los productos químicos. *Revista Pensamiento Educativo*, 24, 269-294.
- MEDIR, M., HERAS, R. y GELI, A.M. (2014). Guiding documents for environmental education centers: an analysis in the Spanish context. *Environmental Education Research*, 20 (5), 680-694.
- MEMBIELA, P. (2001). Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*, 91-104.
- MEMBIELA, P. (2005). Reflexión desde la experiencia sobre la puesta en práctica de la orientación ciencia-tecnología-sociedad en la enseñanza científica. *Educación Química*, 16(3), 404-409.
- MEMBIELA, P. (2011). Los enfoques integrados de Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza secundaria. *Biología y geología: complementos de formación disciplinar* (pp. 123-142). Secretaría General Técnica.
- MEMBIELA, P., y PADILLA Y. (2005). Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI. *Educación Editora*.
- MORA, M. D. C. S. y NESTOR, A. P. M. (2019). “El papel de la comunicación pública de la ciencia sobre la cultura científica: acercamientos a su evaluación”. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 16(1), 1103-1.
- NEPOTE, J. (2011). *Científicos en el ring. Luchas, pleitos y peleas en la ciencia*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores.
- OBACH D. (1995) “El Proyecto SATIS”. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 3, Barcelona, Graó, 39-44.
- OECD. (2006). Evolution of students interest in science and technology studies policy report. Recuperado de <http://www.oecd.org/science/inno/36645825.pdf>
- OECD (2016). “PISA 2015 Science Framework”, in PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving, OECD, Paris. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264281820-3-en>
- OECD. (2018). Pisa for development science framework. PISA for Development Assessment and Analytical Framework: Reading, Mathematics and Science Paris: OECD Publishing. DOI: <https://dx.doi.org/10.1787/9789264305274-6-en>
- OLIVEIRA, F. D. (2006). O ensino de física moderna com enfoque CTS: uma proposta metodológica para o Ensino Médio usando o tópico Raios X. *Rio de Janeiro*, 183.
- OLIVER, J.S.; JACKSON, D.F.; CHUN, S.; KEMP, A.; TIPPINS, D.J.; LEONARD, R.; KANG, N.H. y B. RASCOE (2001). The Concept of Scientific Literacy: A View of the Current Debate as an Outgrowth of the Past Two Centuries. *Electronic Journal of Literacy through Science*, 1, 1.
- ONU. (2015). Transformar nuestro mundo: La agenda 2030 para el desarrollo sostenible. Recuperado de: http://unctad.org/meetings/es/SessionalDocuments/ares70d1_es.pdf
- OSORIO, C., y TORRES, C. (2000). Ética y Educación en Valores sobre el Medio Ambiente para el siglo XXI. *Revista de la Organización de Estados Iberoamericanos para la educación, la ciencia y la cultura*.
- PALACIOS, E. M. G., GALBARTE, J. C. G., CERESO, J. A. L., LUJÁN, J. L., GORDILLO, M. M., OSORIO, C., y VALDÉS, C. (2001). *Ciencia, Tecnología*



- y *Sociedad: una aproximación conceptual*. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).
- PALOMAR, R. y SOLBES, J. (2015). Evaluación de una propuesta para la enseñanza y el aprendizaje de la astronomía en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), 91-111.
- PAREJO, C. (1995): “El Proyecto Ciencia a través de Europa”. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 3, Barcelona, Graó, 45-48.
- PAVÓN, M. (1998). El problema de la interacción entre ciencia, tecnología y sociedad. Una consideración crítica al campo de CTS. Argumentos de razón crítica. *Revista Española de Ciencia, Tecnología y Sociedad y filosofía de la tecnología*, 1, 111-151.
- PEDRETTI, E. (2003). Teaching science, technology, society and environment (STSE) education: Preservice teachers’ philosophical and pedagogical landscapes. D. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socio-scientific issues and discourse in science education* (pp. 219 – 240). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- PEDRETTI, E. y NAZIR, J. (2011). Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. *Science education*, 95(4), 601-626.
- PEDRINACI, E., CAAMAÑO, A., CAÑAL, P. y DE PRO, A. (2012). *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó.
- PERALES, F. J. y AGUILERA MORALES, D. (2020). Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(1), 1-15.
- PERALES, F. J. y GUERRERO, G. (2017). Inter y transdisciplinariedad en textos escolares de física: un estudio de dos casos. *Apice*, 1(1), 74-89.
- PÉREZ MARTÍN, J. M., y BRAVO TORIJA, B. (2018). Experiencias para una alfabetización científica que promueva la justicia ambiental en distintos niveles educativos. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social (RIEJS)*.
- PERINES, H. (2018). ¿Por qué la investigación educativa no impacta en la práctica docente? *Estudios sobre educación*, 34, 9-27.
- RIBELLES, R., SOLBES, J. y VILCHES, A. (1995). Las interacciones CTS en la enseñanza de las ciencias. Análisis comparativo de la situación para la Física y Química y la Biología y Geología. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 7(4), 135-143.
- ROCARD, M., CSERMELY, P., JORDE, D., LENZEN, D., WALBERG-HENRIKSSON, H. y HEMMO, V. (2007). Rocard report: “Science education now: A new pedagogy for the future of Europe”. *EU 22845, European Commission*.
- RUIZ, J. J., SOLBES, J. y FURIÓ, C. (2013). Los debates sociocientíficos: un recurso para potenciar la competencia argumentativa en las clases de Física y Química. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 3126-3131.
- SADLER, T. D. y DONNELLY, L. A. (2006). Socioscientific argumentation: the effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1463 – 1488.
- SANTOS, W. y MORTIMER, E. (2009). Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 2, p. 191-218.
- SHAMOS, M. (2013). A time for caution. En R. Yager, *The Science, Technology, Society Movement*. Washington DC: NSTA.



- SNOW, C. P. (1964). *The two cultures: and a second look: an expanded version of The two cultures and the scientific revolution*. New American Library.
- SOLBES, J. (2002). *Les empremtes de la ciència. Ciència, Tecnologia, Societat: Unes relacions controvertides*. Alzira, Ed. Germania.
- SOLBES, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (67), 53-61.
- SOLBES, J. (2019). Cuestiones socio-científicas y pensamiento crítico: Una propuesta contra las pseudociencias. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, vol. 46, p. 81-99.
- SOLBES, J., DOMÍNGUEZ-SALES, M. C., SÁNCHEZ, J. F., MÁS, C. F., ARANZABAL, J. G. y DOMENECH, J. C. (2013). ¿El profesorado de física y química incorpora los resultados de la investigación en didáctica? *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, (27).
- SOLBES, J., FERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, J., DOMÍNGUEZ-SALES, M. C., DOMÉNECH, J. C. y ARANZÁBAL, J. G. (2018). Influencia de la Formación y la Investigación Didáctica del Profesorado de Ciencias sobre su Práctica Docente. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 36(1), 25-44.
- SOLBES, J., FURIÓ, C.M., GAVIDIA, V.C. y VILCHES, A. (2004). Algunas consideraciones sobre la incidencia de la investigación educativa en la enseñanza de las ciencias. *Revista Investigación en la Escuela*, 52, 103-109.
- SOLBES, J., MONTSERRAT, R. y FURIÓ, C. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, (21), 91-117.
- SOLBES, J. y TARÍN, F. (1996). Física de 2º de Bachillerato. Barcelona: Ed. Octaedro.
- SOLBES, J., y TRAVER, M. (2003). Against a negative image of science: history of science and the teaching of physics and chemistry. *Science & Education*, 12(7), 703-717.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (1989). Interacciones ciencia/técnica/sociedad: un instrumento de cambio actitudinal. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 7(1), 14-20.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (1992). El modelo constructivista y las relaciones ciencia/técnica/sociedad. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 10(2), 181-186.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (1997). Interacciones CTS y la enseñanza de la química y la física. *Science Education*, 81(4), 377-386.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (2002). Visiones de los estudiantes de Secundaria acerca de las interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 6, num. 2, p. 89-91.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (2004). Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 22(3), 337-347.
- SOLÍS-ESPALLARGAS, C. y VALDERRAMA-HERNÁNDEZ, R. (2015). La educación para la sostenibilidad en la formación de profesorado ¿Qué estamos haciendo? *Foro de Educación*, 13(19), 165-192.
- SOLOMON, J. (1993). *Teaching science, technology and society*. Buckingham, U.K.: Open University Press.
- STRIEDER, R. B. (2012). *Abordagens CTS na educação científica no Brasil: Sentidos e perspectivas* (Tesis doctoral). Universidade de São Paulo: São Paulo.



- STRIEDER, R. B., BRAVO-TORIJA, B. y GIL-QUÍLEZ, 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), 29-49.
- SUTHERLAND, D. (2005). Resiliency and collateral learning in science in some students of Cree ancestry. *Science Education*, 89(4), 595 – 613.
- TIPPINS, D., MUELLER, M. y VAN-EIJCK, M. (2010). Cultural studies and environmentalism: The confluence of ecojustice, place-based (science) education, and indigenous knowledge. Dordrecht, The Netherlands: Springer Netherlands.
- UNESCO. (2017). Education for sustainable development goals. Learning objectives. Recuperado de: http://www.unesco.org/new/en/brasilia/about-this-office/singleview/news/education_for_sustainable_development_goals_learning_object/
- VÁZQUEZ, Á. (1999). Innovando la enseñanza de las ciencias: El movimiento ciencia-tecnología-sociedad. *Revista del Col·legi Oficial de Doctors i Llicenciats de Balears*, 8, 25-35.
- VÁZQUEZ, Á., ACEVEDO, J. A. A. y MANASSERO, M.A. (2001). Evaluación de actitudes y creencias CTS: diferencias entre alumnos y profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, VI Congreso, 443-444.
- VÁZQUEZ, Á., ACEVEDO, J. A. A., MANASSERO, M.A. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 1-30.
- VÁZQUEZ, Á., GARCÍA-CARMONA, A., MANASSERO, M. A., y BENNÀSSAR-ROIG, A. (2013). Spanish secondary-school science teachers' beliefs about Science-Technology-Society (STS) issues. *Science & Education*, 22 (5), 1191-1218.
- VÁZQUEZ, Á., y MANASSERO, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 274-292.
- VÁZQUEZ, Á. y MANASSERO, M. A. (2012). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. Una revisión desde los currículos de ciencias y la competencia PISA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 32-53.
- VÁZQUEZ, Á. y MANASSERO, M.A. (2013). La comprensión de un aspecto de la naturaleza de ciencia y tecnología: Una experiencia innovadora para profesores en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 630-648.
- VÁZQUEZ, Á., MANASSERO, M.A. y BENNÀSSAR-ROIG, A. (2014). Secuencias de Enseñanza Aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología. *Unidades Didácticas del proyecto EANCYT*. Palma de Mallorca: Autor (CD).
- VESTERINEN, V. M., MANASSERO, M. A. y VÁZQUEZ Á. (2014). History, Philosophy, and Sociology of Science and Science-Technology-Society Traditions in Science Education: Continuities and Discontinuities. En M. R. Matthews (ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 1895-1925). Dordrecht: Springer
- VILCHES, A. y GIL, D. (2007). La necesaria renovación de la formación del profesorado para una educación científica de calidad. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, (22).



- VILCHES, A. y GIL, D. (2010). ¿Cómo puede contribuir la educación a la construcción de un futuro sostenible? *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 7, 297-315.
- VILCHES, A. y GIL, D. (2012). La educación para la sostenibilidad en la Universidad: el reto de la formación del profesorado. *Profesorado. Revista de currículum y formación de profesorado*, 16(2), 25-43.
- VILCHES, A. y GIL, D. (2013). Investigación e innovación en la Enseñanza de las Ciencias. Necesidad de una mayor vinculación. *Revista TED, Tecné, Episteme y Didaxis*, 34, Julio-diciembre 2013, Pp. 15-27.
- VILCHES, A. y GIL, D. (2015). Ciencia de la Sostenibilidad: ¿Una nueva disciplina o un nuevo enfoque para todas las disciplinas? *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 69, núm. 1, p. 39-60.
- VILCHES, A., GIL, D. y CAÑAL, P. (2010). Educación para la sostenibilidad y educación ambiental. *Investigación en la Escuela*, (71), 5-15.
- VILCHES, A., GIL, D., y PRAIA, J. (2011). De CTS a CTSA: Educación por un futuro sostenible. *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 185-209.
- VILCHES, A., GIL, D., TOSCANO, J. C. y MACÍAS, O. (2008). Obstáculos que pueden estar impidiendo la implicación de la ciudadanía y, en particular, de los educadores, en la construcción de un futuro sostenible. Formas de superarlos. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 11(4), 139-172.
- WAKS, L. (1990). *Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales*. Ciencia, tecnología y sociedad. Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública, Barcelona, Anthropos.
- YAGER, R. E. (1992). *The status of science-technology-society reform efforts around the world*. ICASE.
- YAGER, R.E. (1996). History of science/technology/society as reform in the United States. In R.E. Yager (Ed.), *Science/technology/society as reform in science education*, (pp. 3-15). Albany, State University of New York Press.
- ZEIDLER, D. L., WALKER, K. A., ACKETT, W. A. y SIMMONS, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86(3), 343 – 367.



ANEXOS

| | |
|---|-----|
| ANEXO I: ANÁLISIS DEL CURRÍCULO LOMCE..... | 91 |
| ANEXO II: INSTRUMENTO PARA LA RECOGIDA DE DATOS DE REVISTAS DE INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA (caso particular de la revista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales)..... | 96 |
| ANEXO III: GRÁFICOS DISEÑO ANÁLISIS REVISTAS | 100 |
| ANEXO IV: RESUMEN MÉTODOS CUANTITATIVOS HIPÓTESIS 2 | 107 |
| ANEXO V: ANÁLISIS DE CORRELACIÓN REVISTA-TIEMPO | 110 |
| ANEXO VI: ATENCIÓN PRESTADA A CADA CAMPO Y A CADA NIEL EDUCATIVO POR REVISTA | 111 |
| ANEXO VII: INSTRUMENTO UTILIADO EN EL ANÁLISIS DE CONGRESOS (caso particular del Congreso ÁPICE 2014) | 112 |
| ANEXO VIII: ANÁLISIS POR EJES TEMÁTICOS DE LOS CONGRESOS ANALIZADOS | 117 |
| ANEXO IX: MAPA DE CATEGORÍAS EMERGENTES EN EL CUESTIONARIO PARA EL ALUMNADO DE SECUNDARIA | 121 |
| ANEXO X: PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LOS DATOS DEL CUESTIONARIO PARA EL ALUMNADO DE SECUNDARIA..... | 122 |
| ANEXO XI: TABLA DE CORRELACIONES ENTRE LOS DIFERENTES ITEMS DEL CUESTIONARIO PARA EL ALUMNADO DE SECUNDARIA | 123 |



ANEXO I: ANÁLISIS DEL CURRÍCULO LOMCE

| ANÁLISIS ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES RD 1105/2014 EN EL CASO DE LA ASIGNATURA DE BIOLOGÍA | | | | | | |
|---|--------|----|------|------|--|--|
| CURSO | BLOQUE | CT | CT/S | CT/A | CITA EAE | |
| 1° Y 3° ESO | 2 | | 1 | | 7.2 Describe algunas de las aplicaciones más frecuentes de los minerales y rocas en el ámbito de la vida cotidiana. | |
| | | | | 1 | 7.3 Reconoce la importancia del uso responsable y la gestión sostenible de los recursos minerales. | |
| | | | | 1 | 8.2. Reconoce la composición del aire, e identifica los contaminantes principales relacionándolos con su origen. | |
| | | | | 1 | 8.3. Identifica y justifica con argumentaciones sencillas, las causas que sustentan el papel protector de la atmósfera para los seres vivos. | |
| | | | | 1 | 9.1. Relaciona la contaminación ambiental con el deterioro del medio ambiente, proponiendo acciones y hábitos que contribuyan a su solución. | |
| | | | | 1 | 10.1. Relaciona situaciones en los que la actividad humana interfiera con la acción protectora de la atmósfera. | |
| | | | | 1 | 11.1. Reconoce las propiedades anómalas del agua relacionándolas con las consecuencias que tienen para el mantenimiento de la vida en la Tierra. | |
| | | | | 1 | 13.1. Comprende el significado de gestión sostenible del agua dulce, enumerando medidas concretas que colaboren en esa gestión. | |
| | | | | 1 | 14.1. Reconoce los problemas de contaminación de aguas dulces y saladas y las relaciona con las actividades humanas. | |
| | 4 | | | 1 | | 4.1. Reconoce las enfermedades e infecciones más comunes relacionándolas con sus causas. |
| | | | | 1 | | 6.1. Conoce y describe hábitos de vida saludable identificándolos como medio de promoción de su salud y la de los demás. |
| | | | | 1 | | 6.2. Propone métodos para evitar el contagio y propagación de las enfermedades infecciosas más comunes. |



| | | | | | |
|-------------------|---|----------|-----------|-----------|--|
| | | | 1 | | 7.1. Explica en que consiste el proceso de inmunidad, valorando el papel de las vacunas como método de prevención de las enfermedades. |
| | | | 1 | | 8.1. Detalla la importancia que tiene para la sociedad y para el ser humano la donación de células, sangre y órganos. |
| | | | 1 | | 10.1. Identifica las consecuencias de seguir conductas de riesgo con las drogas, para el individuo y la sociedad. |
| | | | 1 | | 21.1. Reconoce algún proceso que tiene lugar en la vida cotidiana en el que se evidencia claramente la integración neuro-endocrina. |
| | | | 1 | | 27.2. Categoriza las principales enfermedades de transmisión sexual y argumenta sobre su prevención. |
| | | | 1 | | 28.1. Identifica las técnicas de reproducción asistida más frecuentes. |
| | | | 1 | | 29.1. Actúa, decide y defiende responsablemente su sexualidad y la de las personas que le rodean. |
| | | | | | 4.1. Valora la importancia de las aguas subterráneas y los riesgos de su sobreexplotación. |
| | 5 | | | | 9.2. Valora la importancia de actividades humanas en la transformación de la superficie terrestre. |
| | 6 | | | | 3.1. Selecciona acciones que previenen la destrucción del medioambiente. |
| TOTAL =103 | | 0 | 11 | 11 | TOTAL=22 |
| 4º ESO | | | | 1 | 14.1. Analiza las implicaciones éticas, sociales y medioambientales de la Ingeniería Genética. |
| | 1 | | | 1 | 15.1. Interpreta críticamente las consecuencias de los avances actuales en el campo de la biotecnología |
| | 2 | | | | 1.1. Identifica y describe hechos que muestren a la Tierra como un planeta cambiante, relacionándolos con los fenómenos que suceden en la actualidad. |
| | | | | | 1.1. Reconoce los factores ambientales que condicionan el desarrollo de los seres vivos en un ambiente determinado, valorando su importancia en la conservación del mismo. |
| | 3 | | | | 5.1. Reconoce los diferentes niveles tróficos y sus relaciones en los ecosistemas, valorando la importancia |



| | | | | | |
|--------------------------|---|---|---|---|--|
| | | | | | que tienen para la vida en general el mantenimiento de las mismas. |
| | | | | 1 | 6.1. Compara las consecuencias prácticas en la gestión sostenible de algunos recursos por parte del ser humano, valorando críticamente su importancia. |
| | | | | 1 | 8.1. Argumenta sobre las actuaciones humanas que tienen una influencia negativa sobre los ecosistemas: contaminación, desertización, agotamiento de recursos,... |
| | | | | 1 | 8.2. Defiende y concluye sobre posibles actuaciones para la mejora del medio ambiente. |
| | | | | 1 | 9.1. Describe los procesos de tratamiento de residuos y valorando críticamente la recogida selectiva de los mismos. |
| | | | | 1 | 10.1. Argumenta los pros y los contras del reciclaje y de la reutilización de recursos materiales. |
| | | | | 1 | 11.1. Destaca la importancia de las energías renovables para el desarrollo sostenible del planeta. |
| | 4 | | | | |
| TOTAL =51 | | 0 | 2 | 9 | TOTAL=12 |
| 1º BACH | | | | 1 | 14.1. Enumera las ventajas que se derivan del mantenimiento de la biodiversidad para el ser humano. |
| | | | | 1 | 15.1. Enumera las principales causas de pérdida de biodiversidad. |
| | | | | 1 | 15.2. Conoce y explica las principales amenazas que se ciernen sobre las especies y que fomentan su extinción |
| | | | | 1 | 16.1. Enumera las principales causas de pérdida de biodiversidad derivadas de las actividades humanas. |
| | | | | 1 | 16.2. Indica las principales medidas que reducen la pérdida de biodiversidad. |
| | | | | 1 | 17.1. Conoce y explica los principales efectos derivados de la introducción de especies alóctonas en los ecosistemas. |
| | | 4 | | | 1 |
| | 7 | 1 | | | 6.1. Distingue métodos desarrollados gracias a las nuevas tecnologías, asociándolos con la investigación de un fenómeno natural. |



| | | | | | |
|--------------------|---|----------|----------|---|----------------|
| | | | 1 | 7.1. Identifica las aplicaciones de interés social o industrial de determinados tipos de minerales y rocas. | |
| TOTAL = 134 | | 1 | 1 | 7 | TOTAL=9 |
| 2º BACH | 1 | | 1 | 1.1. Describe técnicas instrumentales y métodos físicos y químicos que permiten el aislamiento de las diferentes moléculas y su contribución al gran avance de la experimentación biológica. | |
| | 2 | | 1 | 9.2. Valora la importancia de las fermentaciones en numerosos procesos industriales reconociendo sus aplicaciones. | |
| | | | 1 | 11.1. Contrasta su importancia biológica para el mantenimiento de la vida en la Tierra. | |
| | | | 1 | 12.1. Valora el papel biológico de los organismos quimiosintéticos. | |
| | 3 | | 1 | 7.1. Asocia la relación entre la mutación y el cáncer, determinando los riesgos que implican algunos agentes mutagénicos. | |
| | | | 1 | 8.1. Resume y realiza investigaciones sobre las técnicas desarrolladas en los procesos de manipulación genética para la obtención de organismos transgénicos. | |
| | | | 1 | 9.1. Reconoce los descubrimientos más recientes sobre el genoma humano y sus aplicaciones en ingeniería genética valorando sus implicaciones éticas y sociales. | |
| | 4 | | 1 | 5.2. Analiza la intervención de los microorganismos en numerosos procesos naturales e industriales y sus numerosas aplicaciones. | |
| | | | 1 | 6.1. Reconoce e identifica los diferentes tipos de microorganismos implicados en procesos fermentativos de interés industrial. | |
| | | | 1 | 6.2. Valora las aplicaciones de la biotecnología y la ingeniería genética en la obtención de productos farmacéuticos, en medicina y en biorremediación para el mantenimiento y mejora del medio ambiente. | |
| | 5 | | 1 | 6.1. Destaca la importancia de la memoria inmunológica en el mecanismo de acción de la respuesta inmunitaria asociándola con la síntesis de vacunas y sueros. | |



| | | | | | |
|--------------|--|---|---|---|---|
| | | | 1 | | 8.1. Reconoce y valora las aplicaciones de la Inmunología e ingeniería genética para la producción de anticuerpos monoclonales. |
| | | | 1 | | 8.3. Clasifica los tipos de trasplantes, relacionando los avances en este ámbito con el impacto futuro en la donación de órganos. |
| TOTAL =69 | | 0 | 9 | 0 | TOTAL=9 |



ANEXO II: INSTRUMENTO PARA LA RECOGIDA DE DATOS DE REVISTAS DE INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA (caso particular de la revista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales)

| REVISTA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y SOCIALES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|---------|----------------|---------------|------|-----|-----|-----------|-----|-----|----------------------------------|----|----|-----------------|----|----|-------------|-------------|--|---|
| DETALLE DE ARTÍCULOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AÑO | Nº ARTÍCULOS EXPLÍCITAMENTE CTSA | | | CLASIFICACIÓN | | | | | | | RELACIONADOS IMPLÍCITAMENTE CTSA | | | NIVEL EDUCATIVO | | | | | TÍTULO DEL ARTÍCULO | REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA /DOI |
| | TÍTULO | RESUMEN | PALABRAS CLAVE | CTS | CTSA | ODS | EdS | Sostenib. | CSC | NdC | CT | CS | CA | EI | EP | ES | E. SUPERIOR | PROFESORADO | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2019 | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | ¿Son los huertos escolares en educación infantil una realidad o una innovación educativa? Estudio de centros escolares de la ciudad de Córdoba (España) y propuestas de cambio desde la Universidad. | DOI:10.7203/DC ES.36.12535 |
| | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | Un estudio sobre pensamiento pseudocientífico en estudiantes de educación secundaria. | DOI:10.7203/DC ES.37.15339 |
| | | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | Reflexiones acerca de la Salud Ambiental. |
| SUMA | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | | |



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|
| 2018 | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | Percepción y proyección de los problemas sociales y ambientales. | DOI:10.7203/DC ES.35.12347 |
| | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | La metodología en el trabajo de huerto escolar y coherencia con la ambientalización curricular. Análisis de una práctica docente. | DOI:10.7203/DC ES.35.12799 |
| | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | ¿Te gusta conducir? Una mirada crítica desde la publicidad de coches y su retórica medioambiental. | DOI:10.7203/DC ES.34.11008 |
| | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 | Entrelazando la Ética con las Ciencias Experimentales: una propuesta didáctica para la capacitación de profesores con la serie Breaking Bad. | DOI:10.7203/DC ES.34.11478 |
| SUMA | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | |
| 2017 | | | | | | | | | | | | | 1 | | | 1 | | El Museo del Clima de Beniarrés (Alicante). Propuesta de un recurso didáctico para la enseñanza de la Climatología. | DOI: 10.7203/DCES.3 2.9624 |
| | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | Aportaciones de las Prácticas de Campo en la formación del profesorado de Biología: un problema de investigación y una revisión documental. | DOI: https://doi.org/10 .7203/dces.32.99 40 |
| SUMA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| 2016 | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | Cuando se genera una controversia sociocientífica, ¿aumenta su presencia de noticias | DOI: 10.7203/DCES.3 1.7036 |



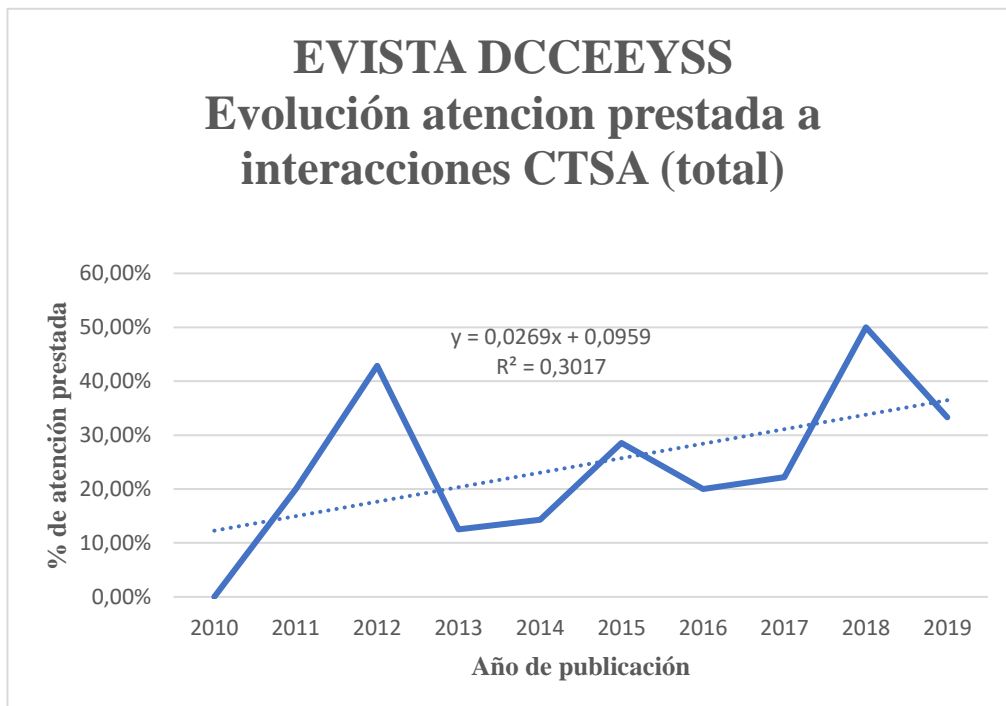
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | en prensa local: el caso del agua en Almería. | |
| | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | La "ambientalización" de los estudios de ciencias ambientales en España. | DOI: 10.7203/DCES.3 0.6444 |
| SUMA | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | | 0 |
| 2015 | | | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | Imagen de ciencia de estudiantes de Magisterio. | DOI: 10.7203/DCES.2 9.4283 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | Sevend Pounds y Biología. Zoología y transplante de órganos en el epílogo del film, una experiencia en formación de docente. | DOI: 10.7203/DCES.2 9.3911 |
| SUMA | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 2 |
| 2014 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ciencia de la Sostenibilidad: una revolución científica. | https://doi.org/10.1590/1516-731320160010001 |
| SUMA | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 |
| 2013 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Necesidad de la Transición a la Sostenibilidad: papel de los medios de comunicación en la formación ciudadana. | DOI: 7203/DCES.27.2 622 |
| SUMA | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 |
| 2012 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario. | DOI: 10.7203/DCES.2 6.1928 |
| | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | |

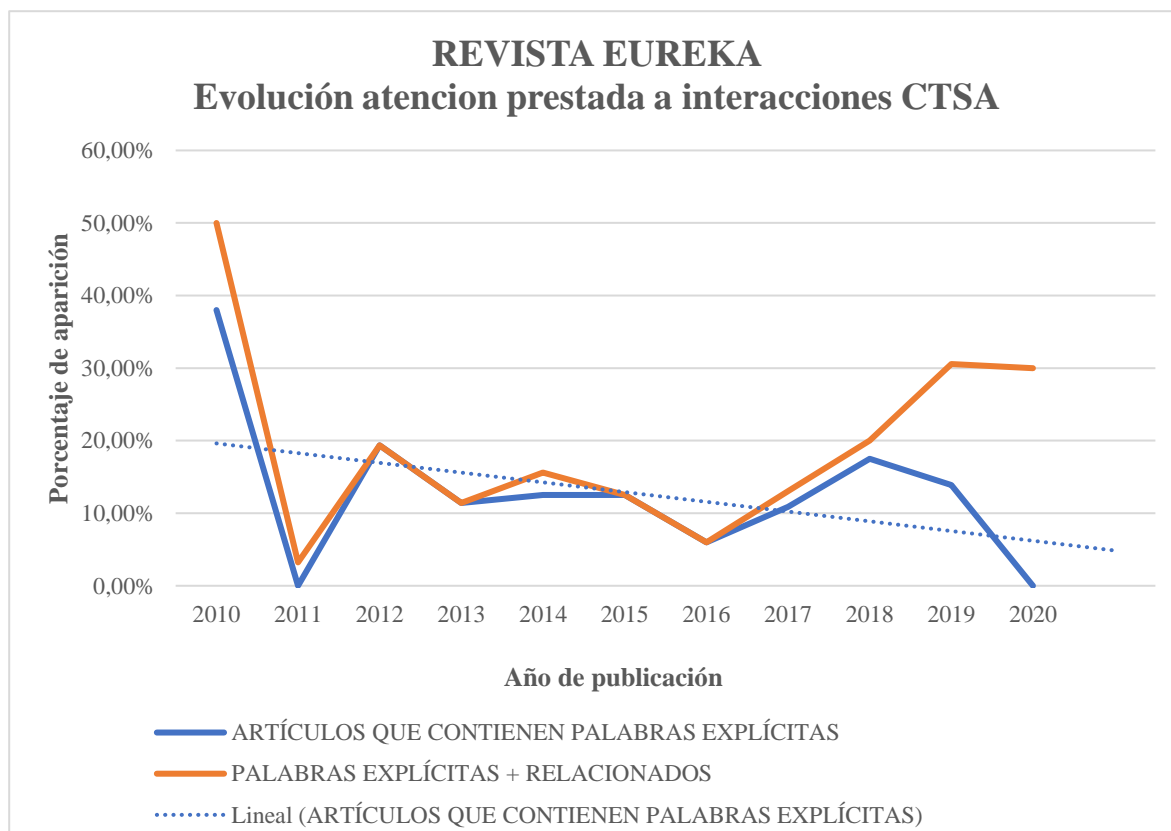
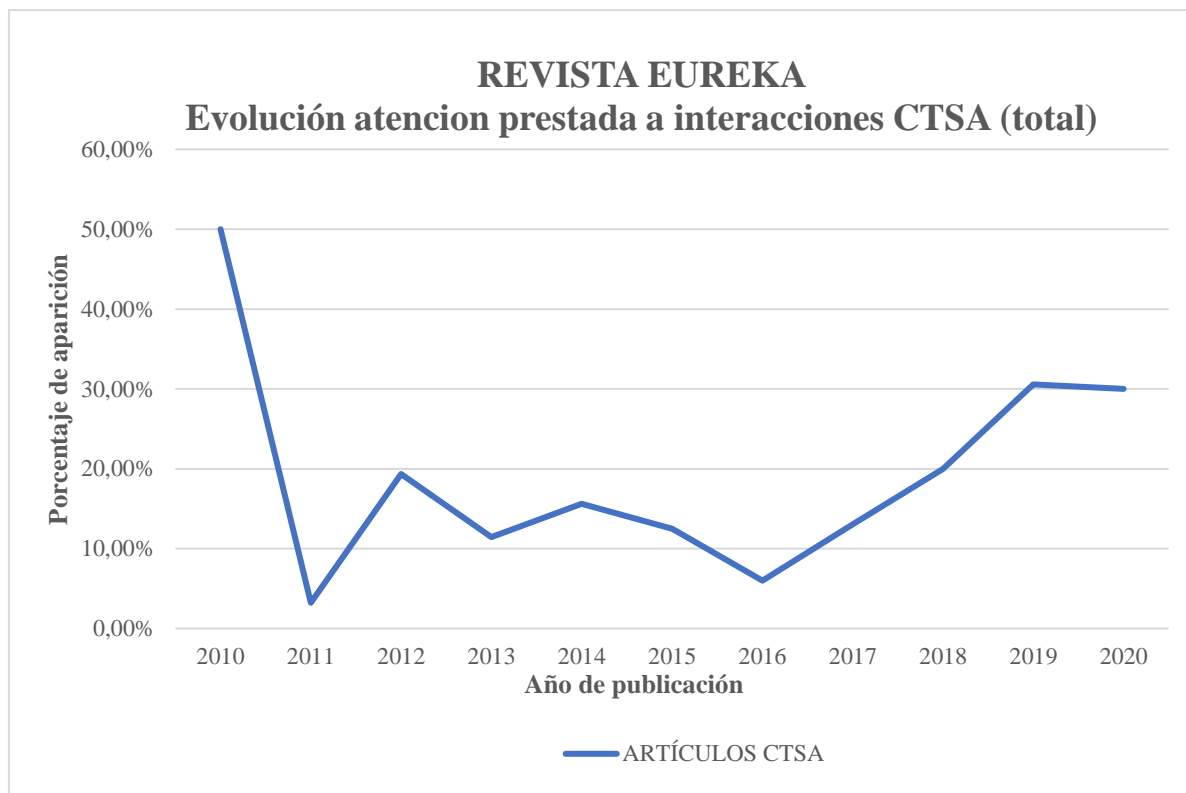


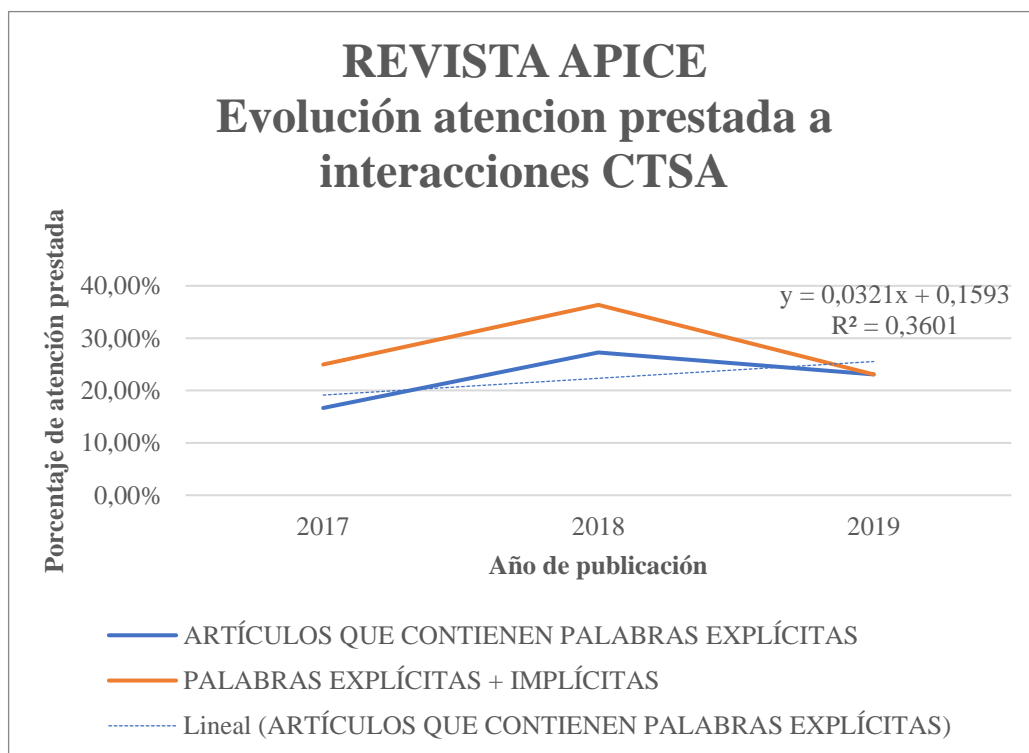
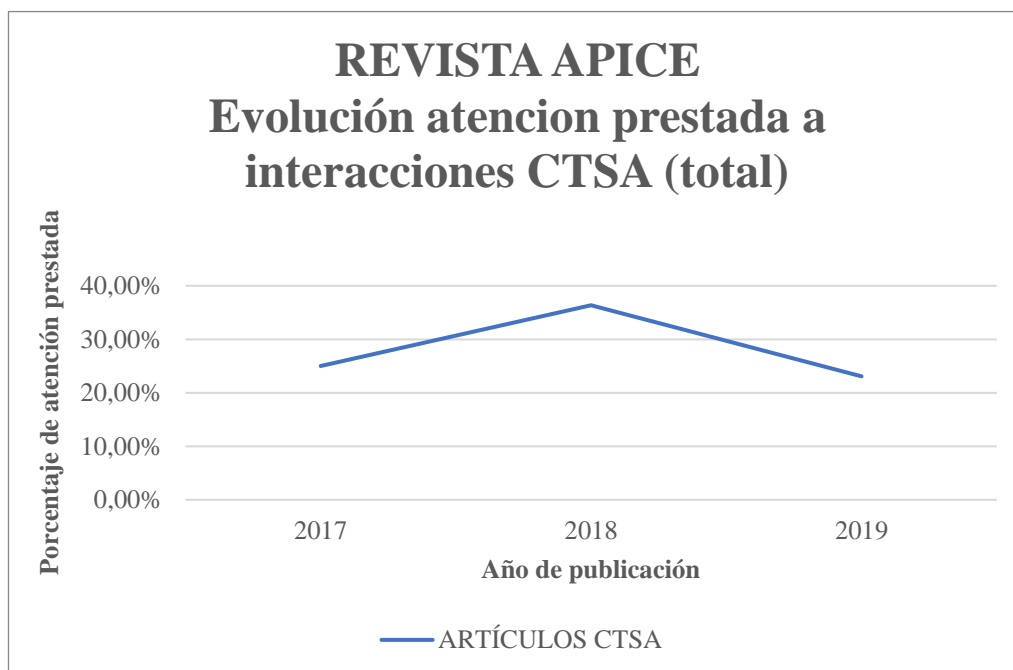
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|
| | | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | La educación ambiental en la agenda 21 local de Sagunto (Valencia). | DOI: 10.7203/DCES.26.1930 |
| | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | ¿Es posible un cambio de actitudes hacia un modelo de desarrollo sostenible? | DOI: 10.7203/DCES.26.1926 |
| SUMA | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| 2011 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 | | ¿Desaparecen las transversales con la aparición de las competencias? | DOI: https://doi.org/10.7203/dces..2366 |
| SUMA | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 2010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUMA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

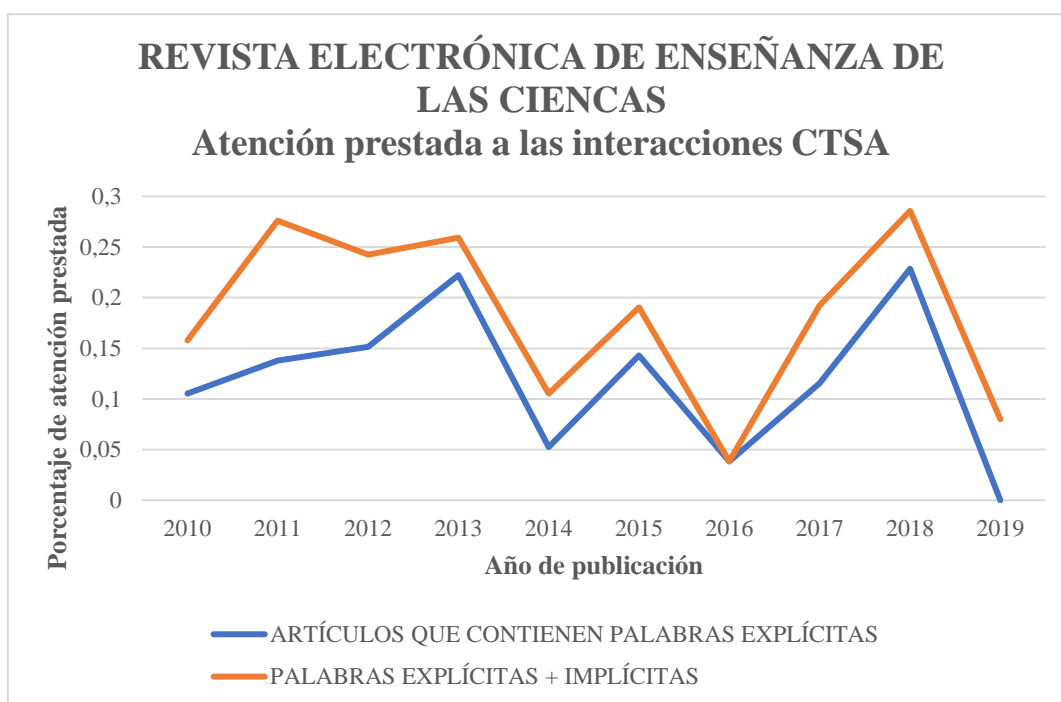
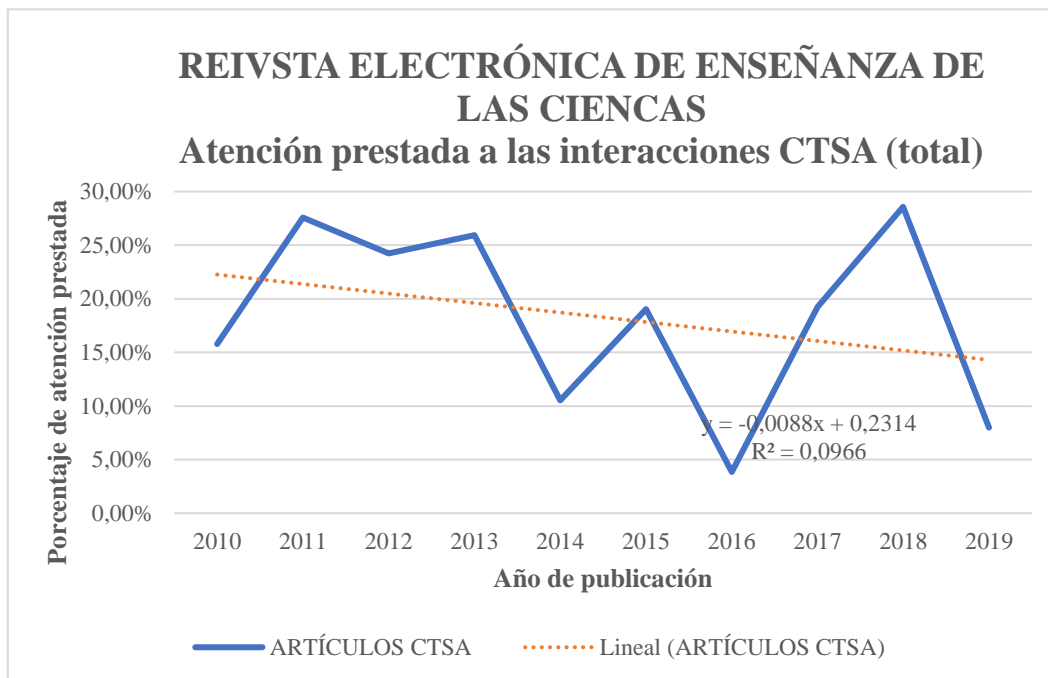


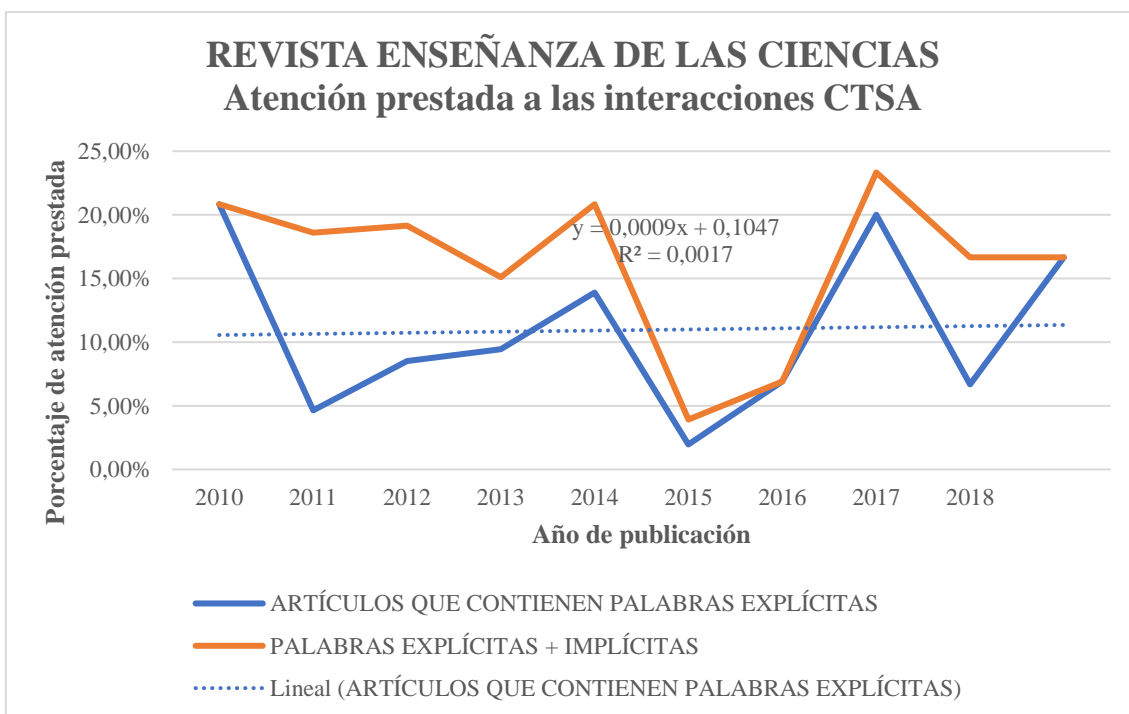
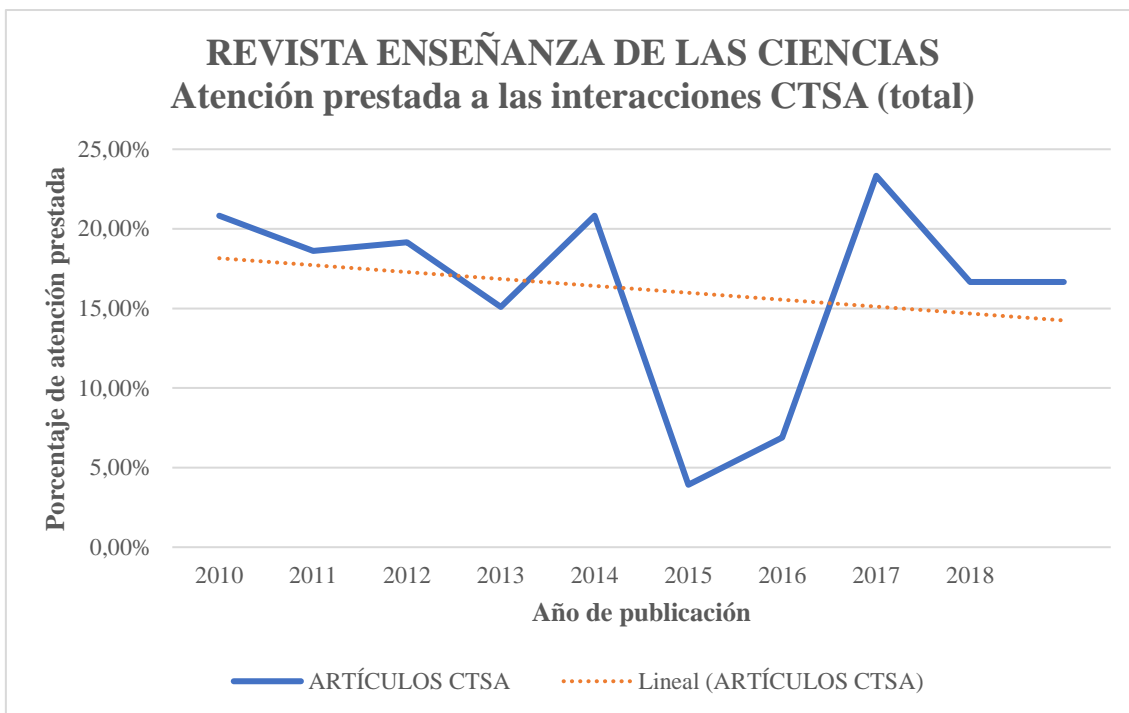
ANEXO III: GRÁFICOS DISEÑO ANÁLISIS REVISTAS

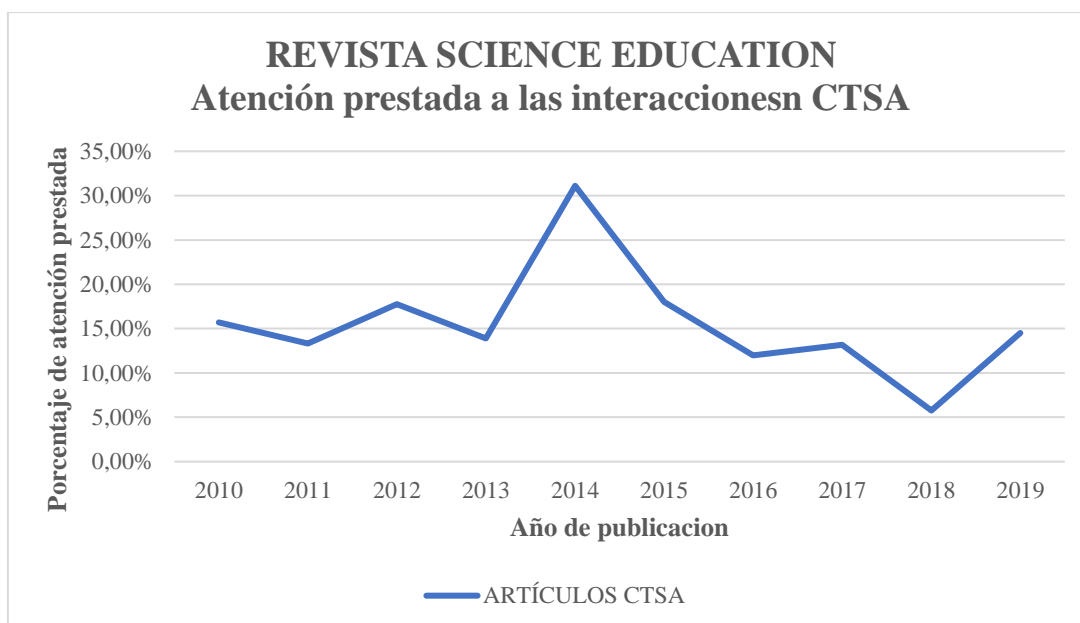
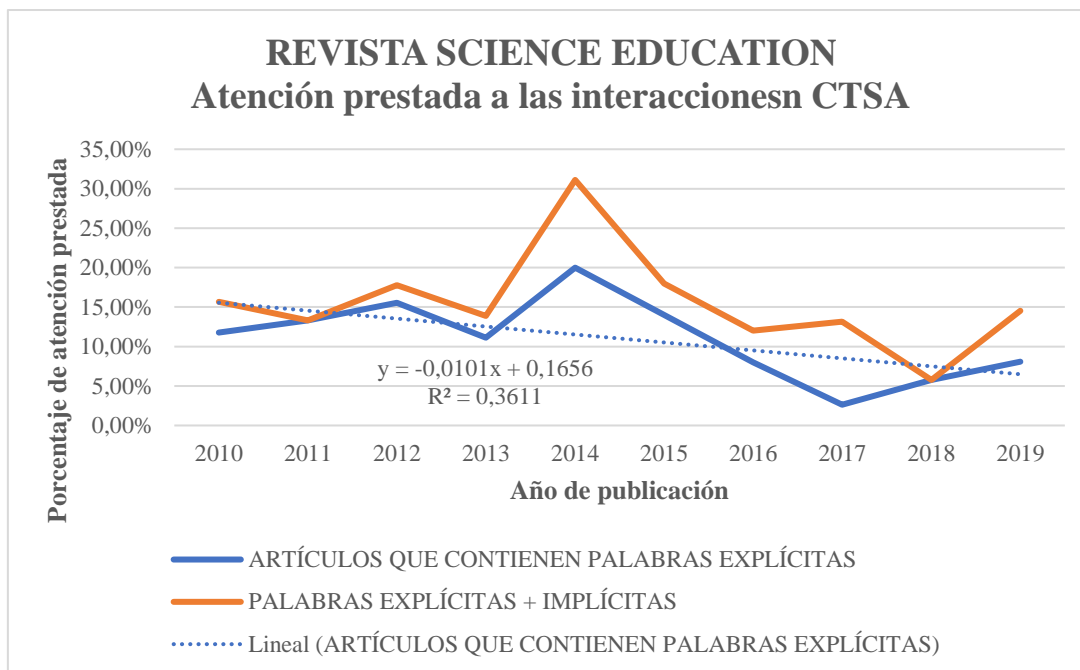


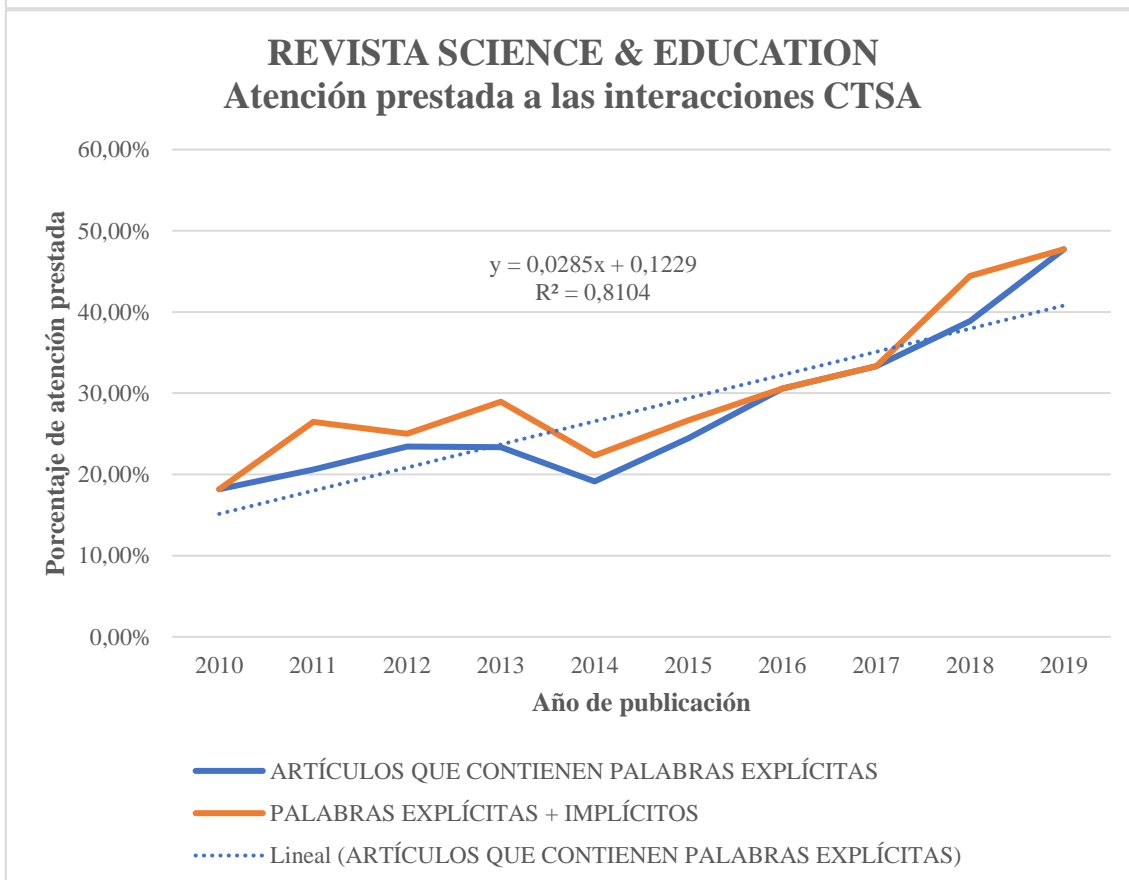
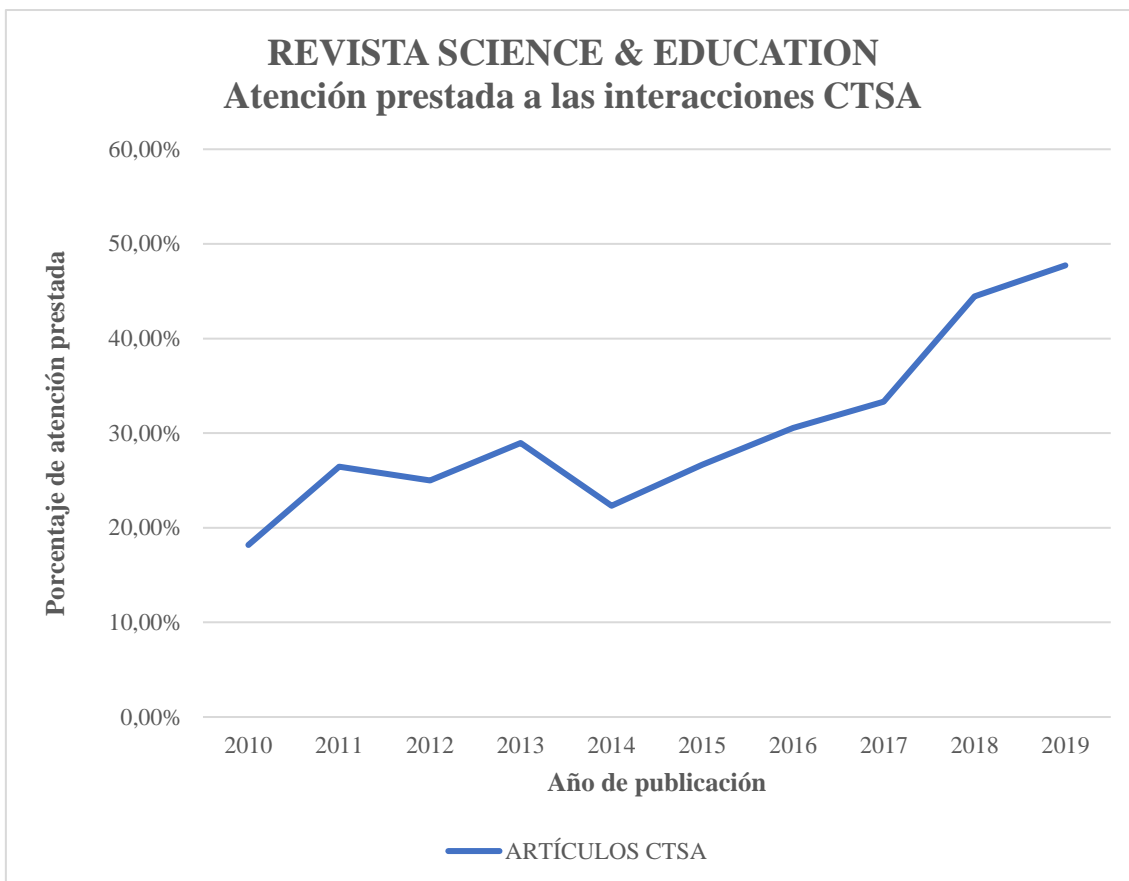














ANEXO IV: RESUMEN MÉTODOS CUANTITATIVOS HIPÓTESIS 2

| AÑO | RESUMEN ATENCIÓN PRESTADA CTSA (REVISTAS) | | | | |
|------|---|-----------|----------|----------------|--------|
| | n | \bar{x} | σ | Q ₂ | IQR |
| 2010 | 219 | 16,55% | 12,76% | 14,97% | 9,33% |
| 2011 | 212 | 12,06% | 8,26% | 13,56% | 11,63% |
| 2012 | 206 | 21,18% | 11,72% | 18,57% | 6,61% |
| 2013 | 201 | 15,01% | 6,12% | 11,96% | 8,60% |
| 2014 | 222 | 14,18% | 5,31% | 14,09% | 5,09% |
| 2015 | 269 | 15,96% | 9,44% | 14,14% | 9,03% |
| 2016 | 266 | 12,55% | 10,50% | 7,45% | 10,78% |
| 2017 | 227 | 13,58% | 11,23% | 11,54% | 11,58% |
| 2018 | 187 | 24,14% | 16,25% | 22,86% | 21,00% |
| 2019 | 211 | 19,04% | 14,90% | 16,67% | 10,87% |

| NIVEL EDUCATIVO | RESUMEN DISEÑO NIVEL EDUCATIVO (REVISTAS) | | | | |
|----------------------|--|-----------|----------|----------------|--------|
| | n | \bar{x} | σ | Q ₂ | IQR |
| INFANTIL | 4 | 0,86% | 0,83% | 1,28% | 1,44% |
| EDUCACIÓN PRIMARIA | 31 | 12,06% | 5,42% | 7,55% | 5,90% |
| EDUCACIÓN SECUNDARIA | 224 | 21,18% | 12,67% | 51,28% | 11,92% |
| EDUCACIÓN SUPERIOR | 21 | 15,01% | 3,92% | 4,55% | 5,58% |
| PROFESORADO | 87 | 14,18% | 8,85% | 17,95% | 10,43% |



| CAMPO DE INVESTIGACIÓN | RESUMEN NUMÉRICO CAMPO DE INVESTIGACIÓN (REVISTAS) | | | | |
|------------------------|--|-----------|----------|----------------|--------|
| | n | \bar{x} | σ | Q ₂ | IQR |
| CTS/CTSA | 59 | 19,04% | 7,02% | 19,67% | 7,35% |
| EDS | 72 | 28,70% | 20,71% | 25,00% | 21,73% |
| CSC | 47 | 11,89% | 3,92% | 12,50% | 4,91% |
| NdC | 182 | 40,38% | 22,59% | 48,57% | 26,54% |
| TOTAL | 360 | 100,00% | - | - | - |

| DIMENSIÓN | RESUMEN NUMÉRICO DISEÑO DIMENSIÓN ARTÍCULOS IMPLÍCITAMENTE RELACIONADOS (REVISTAS) | | | | |
|--------------------|--|-----------|----------|----------------|--------|
| | n | \bar{x} | σ | Q ₂ | IQR |
| CIENCIA-TECNOLOGÍA | 6 | 4,52% | 6,48% | 0,00% | 7,94% |
| CIENCIA-SOCIEDAD | 56 | 52,67% | 25,05% | 45,83% | 29,37% |
| CIENCIA-AMBIENTE | 40 | 42,81% | 22,91% | 50,00% | 23,89% |
| TOTAL | 102 | 100,00% | - | - | - |



| CAMPO DE INVESTIGACIÓN | RESUMEN NUMÉRICO DISEÑO CAMPO DE INVESTIGACIÓN (CONGRESOS 2010-2019) | | | | |
|------------------------|--|-----------|----------|----------------|--------|
| | n | \bar{x} | σ | Q ₂ | IQR |
| CTS/CTSA | 171 | 13,01% | 9,13% | 9,35% | 11,98% |
| EDS | 167 | 5,71% | 2,93% | 4,92% | 3,52% |
| CSC | 87 | 4,27% | 1,64% | 4,67% | 1,75% |
| NdC | 180 | 6,04% | 3,37% | 4,67% | 5,15% |
| TOTAL | 605 | 29,03% | - | - | - |

n: *Tamaño muestral (sample size)*

\bar{x} : *Media (mean)*

σ : *Desviación estándar (standard deviation)*

Si σ es muy pequeña, entonces resumen bien cómo se comportan los datos respecto de la media.

Q₂: *Mediana (median)*

Si la media (m) es parecida a la mediana (Q₂) entonces es bastante simétrica la distribución de los datos.

IQR = Q₃ – Q₁: *Rango intercuartílico (Inter Quartile Range)*

Si la distancia que separa el Q₃ del Q₁ es pequeña, entonces los datos están juntos, que es lo que se busca.



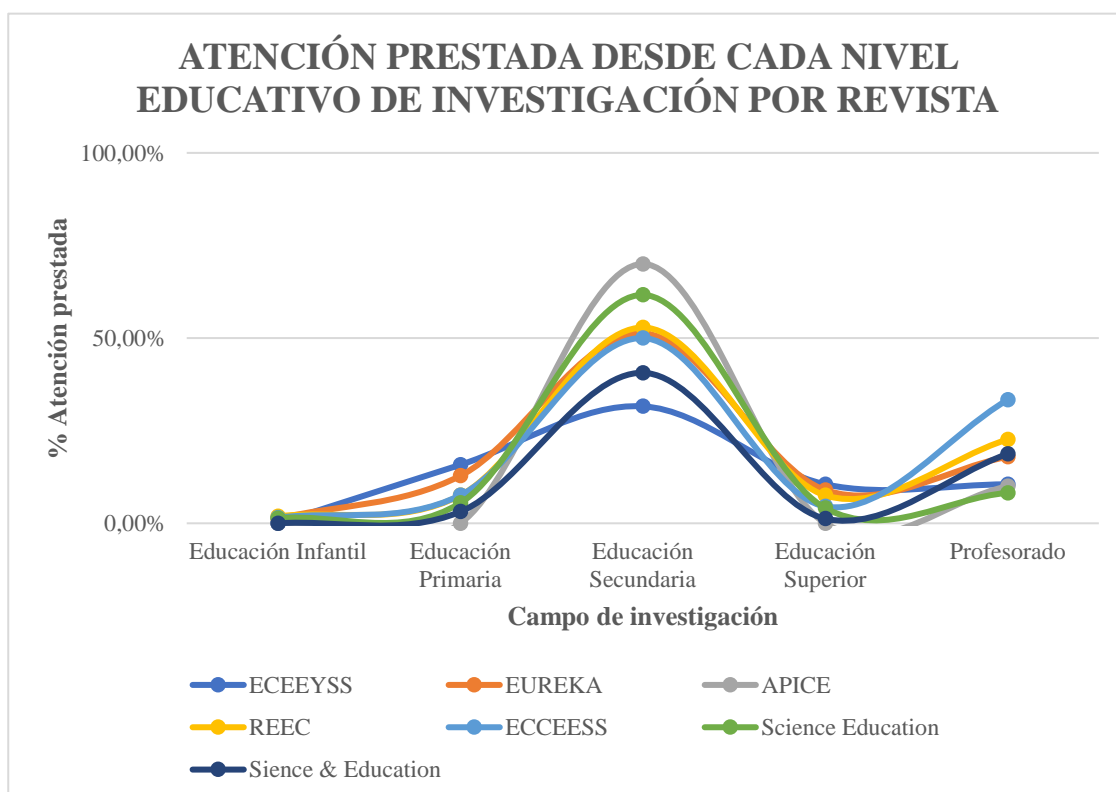
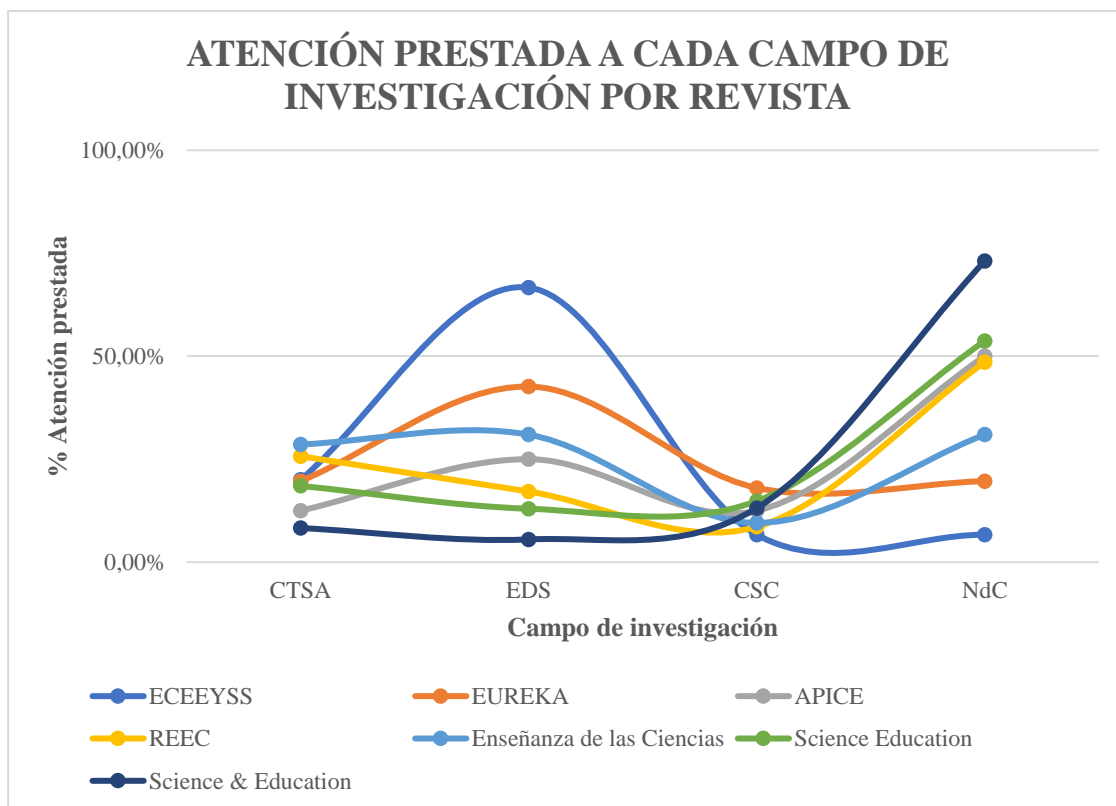
ANEXO V: ANÁLISIS DE CORRELACIÓN REVISTA-TIEMPO

| Correlaciones entre las variables REVISTA y AÑO | | | | | | | | | |
|---|------------------------|---------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| | | AÑO | EUREKA | DCEYSS | APICE | REEC | EC | SE | SANDE |
| AÑO | Correlación de Pearson | 1 | ,223 | -,211 | ,600 | -,235 | ,041 | -,569 | ,900** |
| | Sig. (bilateral) | | ,535 | ,559 | ,590 | ,513 | ,911 | ,086 | ,000 |
| EUREKA | Correlación de Pearson | ,223 | 1 | ,035 | ,983 | ,424 | -,605 | ,191 | ,268 |
| | Sig. (bilateral) | ,535 | | ,923 | ,117 | ,222 | ,064 | ,597 | ,453 |
| DCEYSS | Correlación de Pearson | -,211 | ,035 | 1 | ,925 | ,141 | ,483 | ,014 | -,081 |
| | Sig. (bilateral) | ,559 | ,923 | | ,249 | ,697 | ,157 | ,970 | ,823 |
| APICE | Correlación de Pearson | ,600 | ,983 | ,925 | 1 | ,388 | -,921 | ,548 | ,490 |
| | Sig. (bilateral) | ,590 | ,117 | ,249 | | ,747 | ,255 | ,630 | ,674 |
| REEC | Correlación de Pearson | -,235 | ,424 | ,141 | ,388 | 1 | -,401 | -,115 | -,235 |
| ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS | Correlación de Pearson | ,041 | -,605 | ,483 | -,921 | -,401 | 1 | -,237 | ,138 |
| | Sig. (bilateral) | ,911 | ,064 | ,157 | ,255 | ,251 | | ,511 | ,704 |
| SCIENCE EDUCATION | Correlación de Pearson | -,569 | ,191 | ,014 | ,548 | -,115 | -,237 | 1 | -,621 |
| | Sig. (bilateral) | ,086 | ,597 | ,970 | ,630 | ,751 | ,511 | | ,055 |
| SCIENCE & EDUCATION | Correlación de Pearson | ,900** | ,268 | -,081 | ,490 | -,235 | ,138 | -,621 | 1 |
| | Sig. (bilateral) | ,000 | ,453 | ,823 | ,674 | ,514 | ,704 | ,055 | |

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).



ANEXO VI: ATENCIÓN PRESTADA A CADA CAMPO Y A CADA NIVEL EDUCATIVO POR REVISTA





ANEXO VII: INSTRUMENTO UTILIADO EN EL ANÁLISIS DE CONGRESOS (caso particular del Congreso ÁPICE 2014)

| LÍNEAS | EJE CTS? | CONTRIBUCIONES EXPLÍCITAS | | | | | | CONTRIBUCIONES IMPLÍCITAS | | | N EXP. | %EXP | N IMP. | %IMP. | REFERENCIA | AUTORES |
|---|----------|---------------------------|------|-----|-----|-----|-----|---------------------------|----|----|--------|--------|--------|-------|---|---|
| | | N | CTSA | CTS | CSC | EdS | NdC | CT | CS | CA | | | | | | |
| LÍNEA 1: EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EL AULA | 0 | | | | 1 | | | | | | | | | | Qué competencias se desarrollan con una propuesta sobre Fuentes de Energía | De Pro Bueno, A. y Rodríguez More |
| | | 16 | | | 1 | | | | | | | | | | Conectar el aprendizaje por investigación con controversias socio-científicas. Contribuciones del proyecto europeo PARRISE | Ariza, M.R., Abril, A.M., Quesada, A. y García, F.J |
| | | 5 | | | | | 1 | | | | | | | | Aprendizaje Cooperativo en el aula de ciencias del grado de Educación Primaria: la naturaleza de la ciencia y el concepto de energía. | Rico, A. |
| | | | | | | | | | | 1 | | | | | | Ecosistemas. Una propuesta colaborativa de "Aprendizaje Basado en Proyectos" para 4º ESO. |
| SUMA | 0 | 21 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 14,29% | 1 | 4,76% | | |
| LÍNEA 2: El desarrollo profesional del | | 34 | | | | | | | | 1 | | | | | El huerto escolar: percepción de futuros maestros sobre su utilidad didáctica | Ceballos, M., Escobar, T. y Vélchez, J.E |



| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|---|--|--|
| profesorado (EI, EP, ES, B y Universidad) | 5 | | | 1 | | | | | | | | | | Sostenibilidad curricular en las aulas universitarias. El papel de los valores en la estructura del sistema de evaluación. | Jiménez-Fontana, R., Azcárate, P., García-González, E. y Navarrete, A. |
| | | | | | | | | 1 | | | | | | ¿De dónde procede el alcohol de mi cerveza? El estudio de la Microbiología en la formación inicial de maestras y maestros de Educación Primaria. | Rico, A. y Díez, J.R. |
| | | | | | | | 1 | | | | | | | Análisis de propuestas innovadoras de formación inicial de profesores de ciencias | Rengifo, L.A. y Martín del Pozo, R. |
| | | | | 1 | | | | | | | | | | Qué idea de energía activan los maestros en formación y qué idea trasladan a la ciencia escolar | Martínez Losada, C. Rivadulla López, J.C. y Fuentes Silveira, M.J. |
| | | 1 | | | | | | | | | | | | ¿Qué les interesa a los futuros maestros de infantil de la ciencia? | Cantó, J. y Solbes, J. |
| SUMA | 0 | 39 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 10,26% | 2 | 5,13% | |
| LÍNEA 3: Investigación en la enseñanza de las ciencias | 17 | | | | 1 | | | | | | | | | Perfiles lectores de los alumnos ante artículos de prensa con contenido científico | Oliveras, B., Márquez, C. y Sanmartí, N. |
| | 11 | | | 1 | | | | | | | | | | Ideas de los alumnos de secundaria de las sustancias químicas en relación con los seres vivos y la vida cotidiana | Cañada Cañada, F., San Emeterio Rodríguez, N., González-Gómez, D., Melo Niño, L.V., Dávila Acedo, M.A. |
| | | | | | | | 1 | | | | | | | Dilema moral cruzado: una nueva metodología docente para la promoción de la educación ambiental en la formación universitaria. Aproximación preliminar | Sánchez-Martín, J.; Moreno-Losada, J.; Alías-Gallego, D.; Costillo-Borrego, E. |



| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|--------|-------|-------|---|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | en el Grado en Educación Primaria | |
| | | | | | | | 1 | | | | | | | | | ¿Qué destrezas permiten afrontar las etapas de una indagación científica? La visión del alumnado de Secundaria | Vílchez González, J. M. y Bravo Torija, B. |
| | | | | | | | | | | 1 | | | | | | ¿Cómo se aborda la educación ambiental en los libros de textos de Conocimiento del Medio de Educación Primaria? | García Balderas, J. y De las Heras, MA |
| SUMA | 0 | 28 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 | 14,29% | 1 | 3,57% | | | |
| LÍNEA 4: Investigación en el aprendizaje de las ciencias | | 9 | | | | | 1 | | | | | | | | | La novela cómo recurso didáctico en las clases de ciencias de secundaria | Pau, I., Márquez, C., Marbà-Tallada, A. |
| | | 5 | | | | | | | | 1 | | | | | | ¿Cuáles son las finalidades del aprendizaje científico para el profesorado de Educación Primaria en formación? ¿Se persiguieron durante su formación científica anterior? | Vílchez González, J. M. y Casas del Castillo, R. |
| | | | | | 1 | | | | | | | | | | | Percepción de futuros maestros en sus prácticas docentes sobre estrategias metodológicas para la enseñanza de las ciencias en Primaria. | Vílchez, J.E., Ceballos, M. y Escobar, T |
| | | | | | | | 1 | | | | | | | | | Exploración de Ideas Previas en alumnos de 4º de ESO sobre contenidos relacionados con la Educación Ambiental | Martínez, S. y Caballero, M. |
| | | | | 1 | | | | | | | | | | | | Enseñanza de las disoluciones químicas desde la contextualización, asociado a un proyecto de hidroponía | Galaz, C., Jara, R., Arellano, M. y Merino, C. |
| | SUMA | 0 | 14 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 4 | 28,57% | 1 | 7,14% | | |
| | | 11 | | | 1 | | | | | | | | | | | Los organismos transgénicos y su lugar en | Maricel Occelli, Leticia García, |

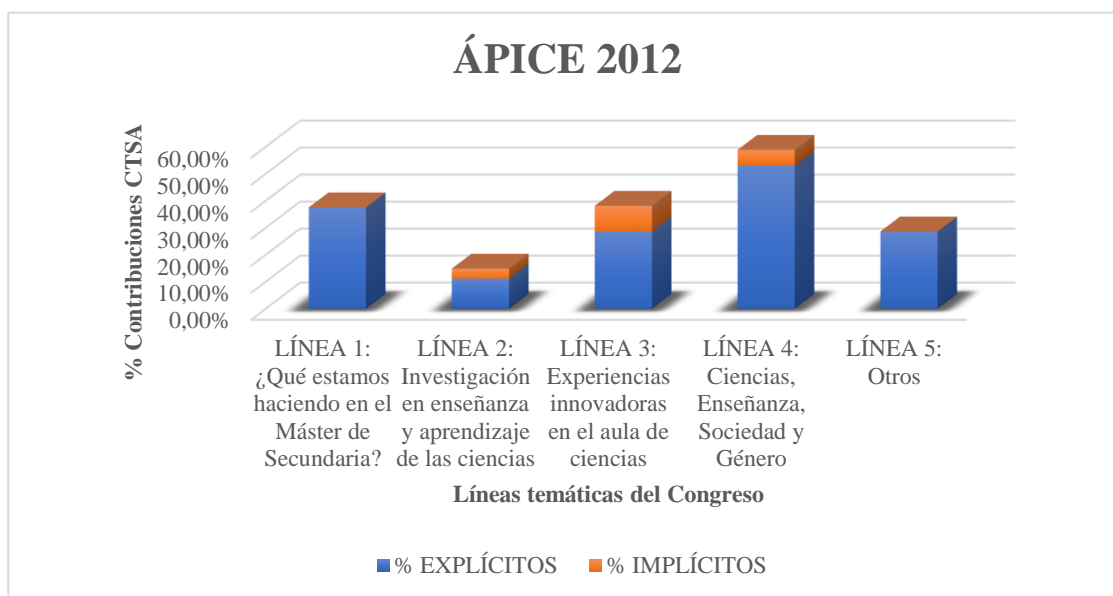


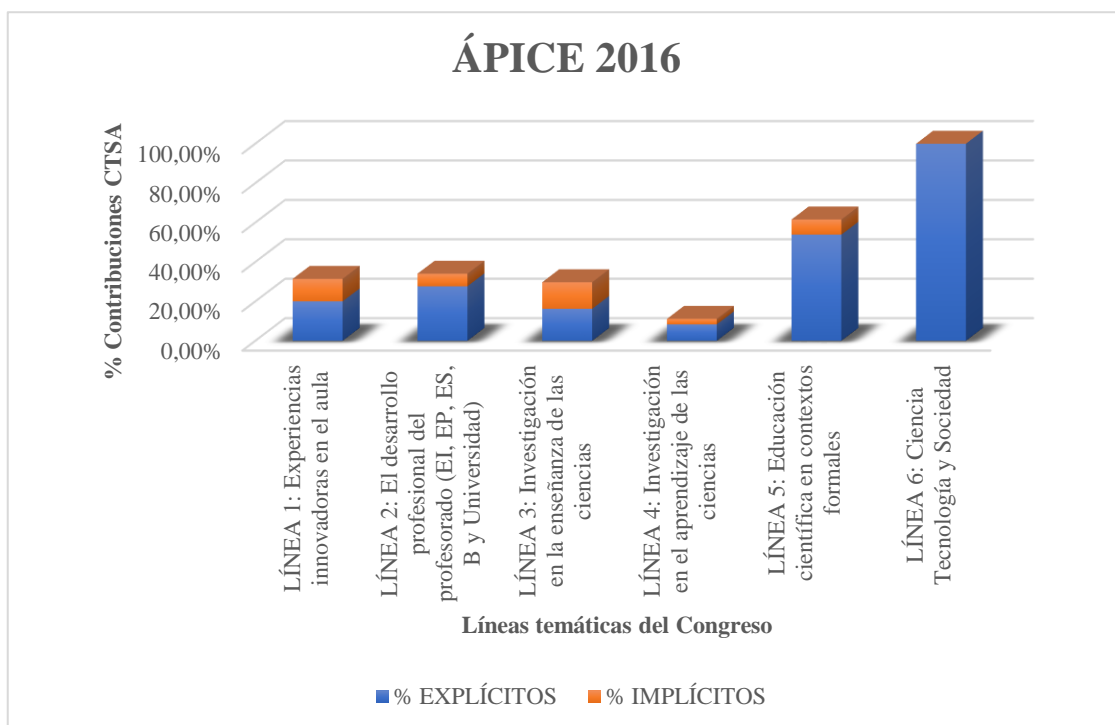
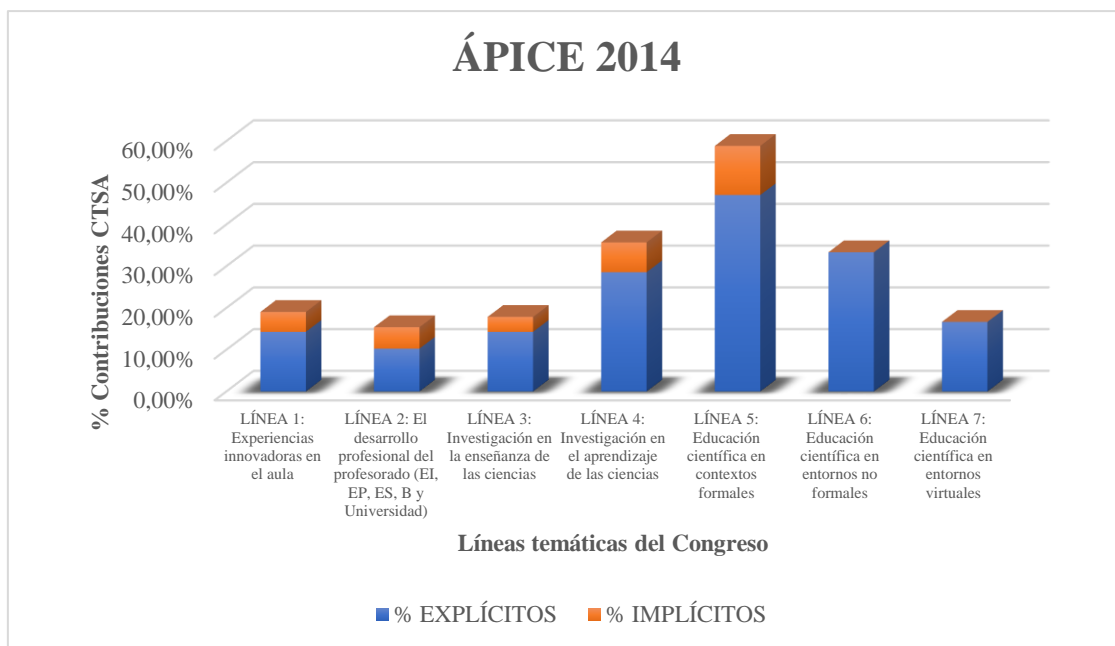
| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------|----------|--|---|
| LÍNEA 5: Educación científica en contextos formales | | | | | | | | | | | | | | el aula de secundaria: un estudio en la ciudad de Córdoba (Argentina) | Cristina N. Gardenal y Nora Valeiras. |
| | 6 | | | | | | | | 1 | | | | | Los conocimientos sobre energía en los currículos de Educación Primaria | Pro Bueno, A.; López Banet, L. y Pro Chereguini, C. |
| | | | | | 1 | | | | | | | | | Utilizar contextos reales para introducir temas de salud relacionados con las enfermedades infecciosas: ¿Tengo la tuberculosis? | Aznar, V. y Puig, B |
| | | | | 1 | | | | | | | | | | Una revisión sobre el uso de contextos en la enseñanza de las ciencias y su potencial para el desarrollo de la competencia científica. | Marchán Carvajal, I. y Sanmartí Puig, N |
| | | | | | 1 | | | | | | | | | Las controversias Sociocientíficas como contexto en la enseñanza de las ciencias | Díaz-Moreno, N. y Jiménez-Liso, R. |
| | | | | 1 | | | | | | | | | | Las actitudes hacia la ciencia de alumnos de educación primaria: una primera aproximación | Delgado, J., Vallés, C. y López, M.A. |
| | | | | | | | | | | | | | | Análisis de las investigaciones que los estudiantes proponen respecto a una controversia sociocientífica: la medicación del TDA-H | Domènech, A.M., Márquez, C. y Roca, M. |
| SUMA | 0 | 17 | 1 | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 8 | 47,06% | 2 | 11,76% | |
| LÍNEA 6: Educación científica en entornos no formales | 6 | | | 1 | | | | | | | | | | Aspectos metodológicos en un estudio Delphi sobre la competencia científica deseable para la ciudadanía | Blanco-López, A.P; P. España-Ramos, E.P; P, Franco-Mariscal, A.J.P; P y González-García, F.J.P. |
| | | | 1 | | | | | | | | | | | Enseñanza de las disoluciones químicas desde la contextualización, | Galaz, C., Jara, R., Arellano, M. y Merino, C. |

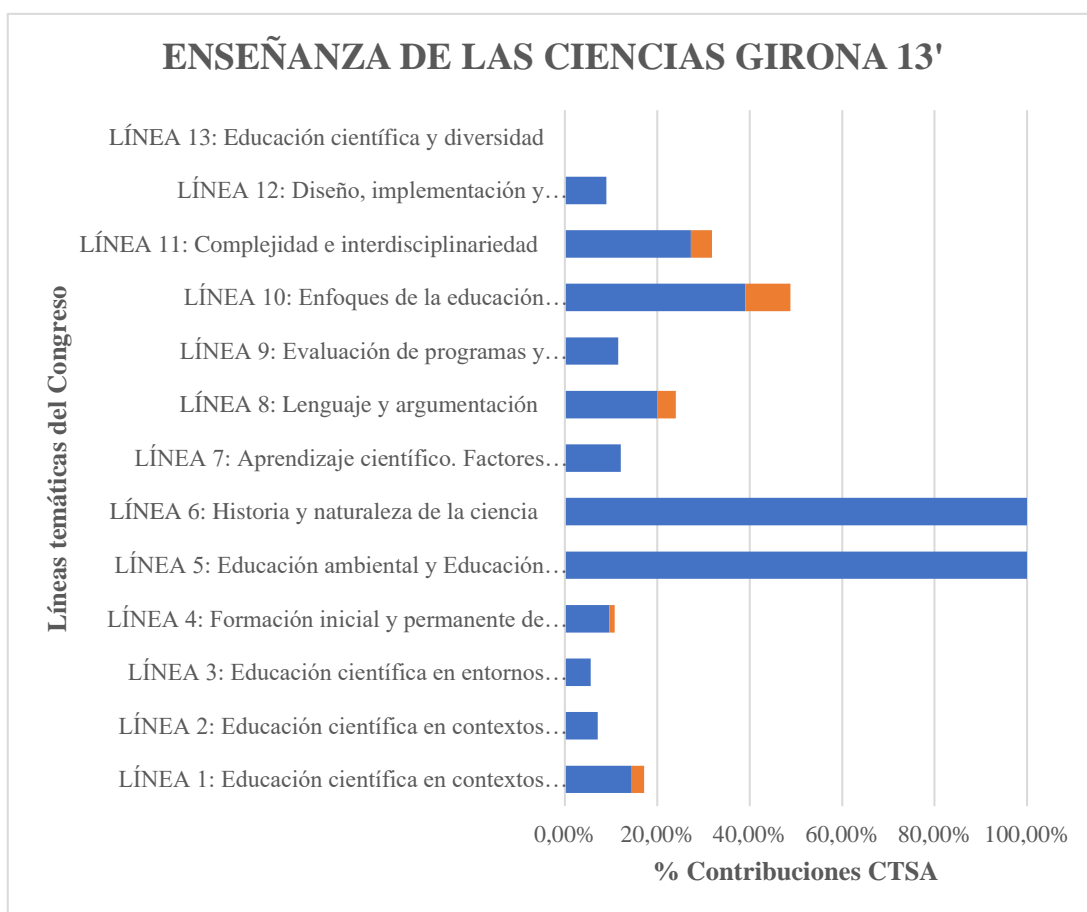
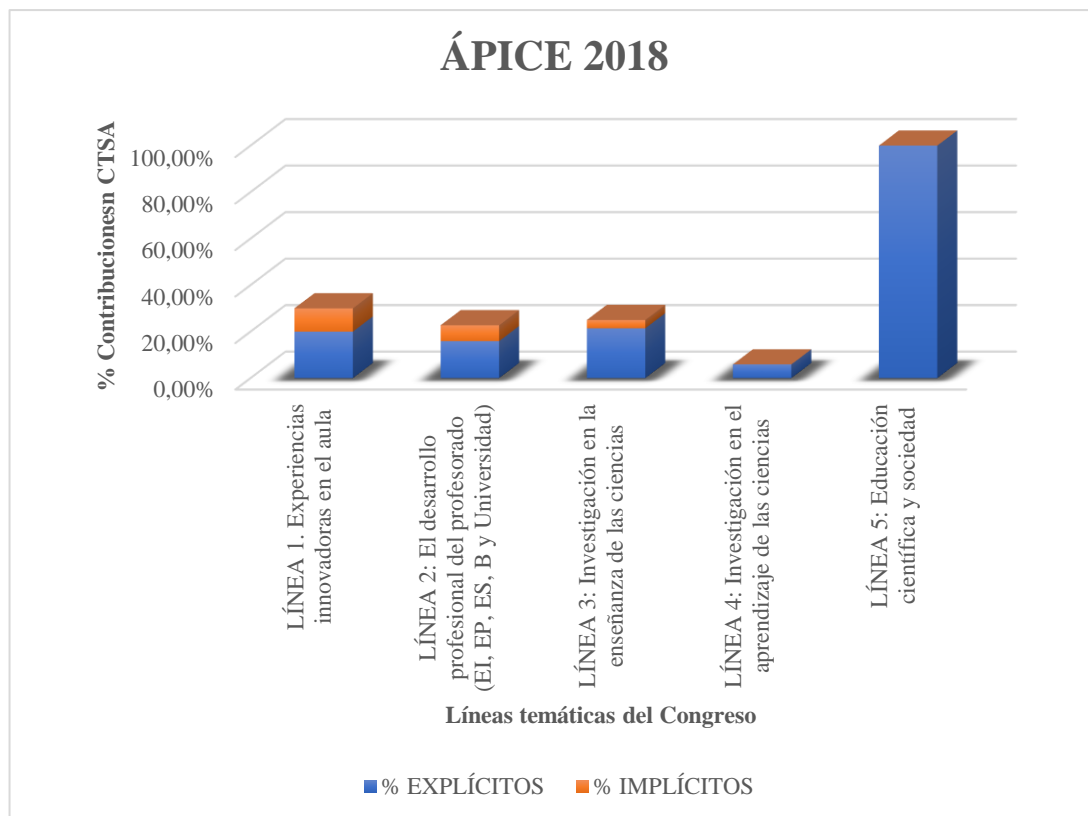


| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|---|-------|--|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | asociado a un proyecto de hidroponía | |
| SUMA | 0 | 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 33,33% | 0 | 0,00% | | | |
| LÍNEA 7: Educación científica en entornos virtuales | | | | | | | | | | | | | | | | Análisis del contenido científico de las etiquetas de los aparatos eléctricos y electrónicos y posible utilización en el aula | Fernandez-Sanchez, B. y Ezquerro Martínez, A. |
| SUMA | 0 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 16,67% | 0 | 0,00% | | | |
| TOTAL | 0 | 131 | 5 | 6 | 8 | 3 | 4 | 0 | 3 | 4 | 26 | | 7 | | | | |

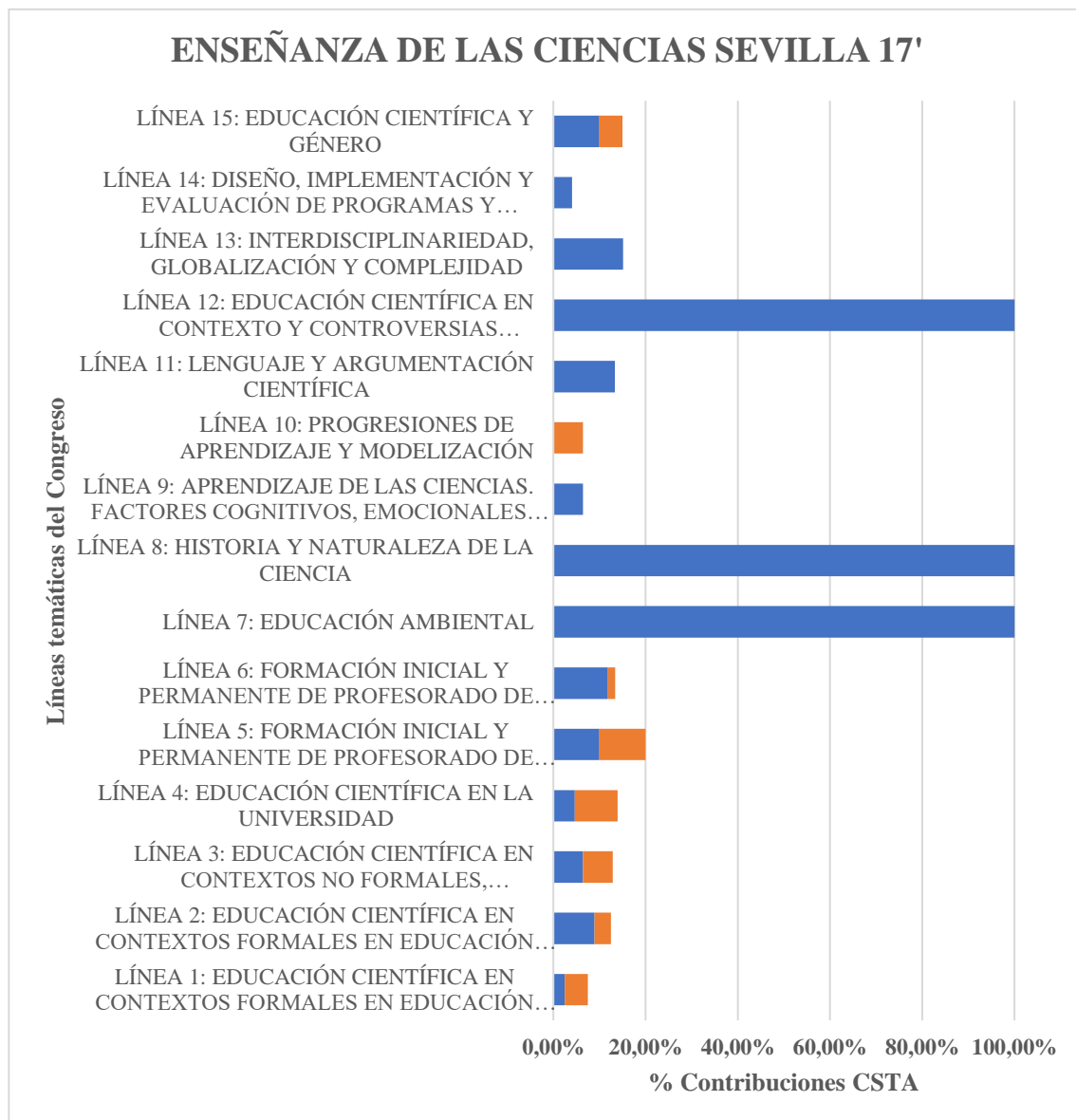
ANEXO VIII: ANÁLISIS POR EJES TEMÁTICOS DE LOS CONGRESOS ANALIZADOS







ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS SEVILLA 17'



ANEXO IX: MAPA DE CATEGORÍAS EMERGENTES EN EL CUESTIONARIO PARA EL ALUMNADO DE SECUNDARIA





ANEXO X: PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LOS DATOS DEL CUESTIONARIO PARA EL ALUMNADO DE SECUNDARIA

| Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra | | | | | | | | |
|---|------------------|---|--|--|--|---|--|---|
| | | 1. Escribe cinco palabras sueltas que expresen cómo son para ti las ciencias experimentales (Física, Química, Biología, Geología, etc.) | 2. Explica qué es para ti ser un buen científico o científica. | 3. ¿Qué relaciones existen entre ciencia y tecnología? | 4. Indica tres o más ejemplos de influencias de la ciencia en la historia de la humanidad. | 5. Indica tres o más ejemplos de influencias de la sociedad a lo largo de la historia en el desarrollo de la ciencia. | 6. Indica tres o más implicaciones de la ciencia en el medio ambiente. | 7. Realiza una valoración, sopesando ventajas e inconvenientes, del papel jugado por las ciencias en la vida de las personas. |
| N | | 69 | 69 | 68 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| Parámetros normales ^{a,b} | Media | 1,77 | 1,67 | 2,72 | 2,41 | 3,01 | 2,48 | 2,38 |
| | Desv. Desviación | ,689 | ,634 | ,960 | 1,019 | ,993 | 1,171 | 1,086 |
| Máximas diferencias extremas | Absoluto | ,255 | ,280 | ,306 | ,205 | ,231 | ,267 | ,259 |
| | Positivo | ,244 | ,274 | ,194 | ,205 | ,160 | ,267 | ,259 |
| | Negativo | -,255 | -,280 | -,306 | -,169 | -,231 | -,222 | -,164 |
| Estadístico de prueba | | ,255 | ,280 | ,306 | ,205 | ,231 | ,267 | ,259 |
| Sig. asintótica(bilateral) | | ,000 ^c | ,000 ^c | ,000 ^c | ,000 ^c | ,000 ^c | ,000 ^c | ,000 ^c |
| a. La distribución de prueba es normal. | | | | | | | | |
| b. Se calcula a partir de datos. | | | | | | | | |
| c. Corrección de significación de Lilliefors. | | | | | | | | |

Comprobamos que el nivel de significación es menor que 0.05, por lo que la distribución no es normal.



ANEXO XI: TABLA DE CORRELACIONES ENTRE LOS DIFERENTES ITEMS DEL CUESTIONARIO PARA EL ALUMNADO DE SECUNDARIA

| CORRELACIONES ENTRE LOS ÍTEMS DEL CUESTIONARIO | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------------------------|-------|---|--|--|--|---|--|---|--------|------------------|
| | | | CURSO | 1. Escribe cinco palabras sueltas que expresen cómo son para ti las ciencias experimentales (Física, Química, Biología, Geología, etc.) | 2. Explica qué es para ti ser un buen científico o científica. | 3. ¿Qué relaciones existen entre ciencia y tecnología? | 4. Indica tres o más ejemplos de influencias de la ciencia en la historia de la humanidad. | 5. Indica tres o más ejemplos de influencias de la sociedad a lo largo de la historia en el desarrollo de la ciencia. | 6. Indica tres o más implicaciones de la ciencia en el medio ambiente. | 7. Realiza una valoración, sopesando ventajas e inconvenientes, del papel jugado por las ciencias en la vida de las personas. | GÉNERO | CENTRO EDUCATIVO |
| Rho de Spearman | CURSO | Coeficiente de correlación | 1,000 | ,034 | ,121 | -,329** | -,297* | -,239* | -,189 | -,320** | ,002 | ,061 |
| | | Sig. (bilateral) | . | ,781 | ,324 | ,006 | ,013 | ,048 | ,121 | ,007 | ,989 | ,623 |
| | | N | 70 | 69 | 69 | 68 | 69 | 69 | 69 | 69 | 70 | 70 |
| | 1. Escribe cinco palabras sueltas que expresen cómo son para ti las ciencias experimentales (Física, Química, Biología, Geología, etc.) | Coeficiente de correlación | ,034 | 1,000 | ,034 | -,123 | -,012 | -,027 | ,201 | ,111 | ,053 | ,118 |
| | | Sig. (bilateral) | ,781 | . | ,783 | ,318 | ,921 | ,827 | ,097 | ,365 | ,663 | ,335 |
| | | N | 69 | 69 | 69 | 68 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |



| | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------|---------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 2. Explica qué es para ti ser un buen científico o científica. | Coeficiente de correlación | ,121 | ,034 | 1,000 | ,053 | ,008 | -,003 | ,119 | -,077 | ,105 | -,212 |
| | Sig. (bilateral) | ,324 | ,783 | . | ,665 | ,951 | ,983 | ,329 | ,528 | ,392 | ,081 |
| | N | 69 | 69 | 69 | 68 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| 3. ¿Qué relaciones existen entre ciencia y tecnología? | Coeficiente de correlación | -,329** | -,123 | ,053 | 1,000 | ,385** | ,358** | ,199 | ,161 | ,061 | -,163 |
| | Sig. (bilateral) | ,006 | ,318 | ,665 | . | ,001 | ,003 | ,104 | ,190 | ,623 | ,185 |
| | N | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 |
| 4. Indica tres o más ejemplos de influencias de la ciencia en la historia de la humanidad. | Coeficiente de correlación | -,297* | -,012 | ,008 | ,385** | 1,000 | ,639** | ,523** | ,218 | ,009 | -,141 |
| | Sig. (bilateral) | ,013 | ,921 | ,951 | ,001 | . | ,000 | ,000 | ,072 | ,941 | ,247 |
| | N | 69 | 69 | 69 | 68 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| 5. Indica tres o más ejemplos de influencias de la sociedad a lo largo de la historia en el desarrollo de la ciencia. | Coeficiente de correlación | -,239* | -,027 | -,003 | ,358** | ,639** | 1,000 | ,430** | ,228 | -,112 | ,048 |
| | Sig. (bilateral) | ,048 | ,827 | ,983 | ,003 | ,000 | . | ,000 | ,059 | ,362 | ,696 |
| | N | 69 | 69 | 69 | 68 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| 6. Indica tres o más implicaciones de la ciencia en el medio ambiente. | Coeficiente de correlación | -,189 | ,201 | ,119 | ,199 | ,523** | ,430** | 1,000 | ,452** | -,033 | -,018 |
| | Sig. (bilateral) | ,121 | ,097 | ,329 | ,104 | ,000 | ,000 | . | ,000 | ,788 | ,885 |
| | N | 69 | 69 | 69 | 68 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| 7. Realiza una valoración, sopesando ventajas e inconvenientes. | Coeficiente de correlación | -,320** | ,111 | -,077 | ,161 | ,218 | ,228 | ,452** | 1,000 | -,069 | -,068 |
| | Sig. (bilateral) | ,007 | ,365 | ,528 | ,190 | ,072 | ,059 | ,000 | . | ,575 | ,578 |



| | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| | inconvenientes, del papel jugado por las ciencias en la vida de las personas. | N | 69 | 69 | 69 | 68 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | |
| | GÉNERO | Coefficiente de correlación | ,002 | ,053 | ,105 | ,061 | ,009 | -,112 | -,033 | -,069 | 1,000 | -,089 | |
| | | Sig. (bilateral) | ,989 | ,663 | ,392 | ,623 | ,941 | ,362 | ,788 | ,575 | . | ,466 | |
| | | N | 70 | 69 | 69 | 68 | 69 | 69 | 69 | 69 | 70 | 70 | |
| | CENTRO EDUCATIVO | Coefficiente de correlación | ,061 | ,118 | -,212 | -,163 | -,141 | ,048 | -,018 | -,068 | -,089 | 1,000 | |
| | | Sig. (bilateral) | ,623 | ,335 | ,081 | ,185 | ,247 | ,696 | ,885 | ,578 | ,466 | . | |
| | | N | 70 | 69 | 69 | 68 | 69 | 69 | 69 | 69 | 70 | 70 | |
| | **. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral). | | | | | | | | | | | | |
| | *. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral). | | | | | | | | | | | | |