

## TRATAMIENTO DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR EN EL SISTEMA EDUCATIVO ESPAÑOL.

*Nuclear Science and Technology Treatment in the Spanish Educational System*

Pablo Fernández Arias. *Universidad Católica Santa Teresa de Ávila (España).*

Diego Vergara Rodríguez *Universidad Católica Santa Teresa de Ávila (España).*

Eva Ordoñez Olmedo. *Universidad Católica Santa Teresa de Ávila (España).*

María Vidal Rincón. *Profesora de Bachillerato y Secundaria en Andalucía. (España)*

Contacto: pablo.fernandezarias@ucavila.es

*Fecha recepción: 01/04/2020 - Fecha aceptación: 11/05/2020*

### RESUMEN

Este artículo analiza el grado de conocimiento sobre la ciencia y la tecnología nuclear (CTN) del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Para ello, se ha realizado una doble investigación empírica: (i) análisis cuantitativo del conocimiento y la información que han recibido 180 alumnos sobre CTN durante su etapa educativa, y (ii) análisis cuantitativo sobre el grado de desarrollo de contenidos sobre CTN en los diferentes libros de texto. Se ha realizado una exhaustiva revisión de los libros de texto de las editoriales más relevantes, que contienen dicha temática en materias como: Geografía e Historia, Física y/o Química, Tecnología, Cultura Científica y Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Los resultados muestran por un lado, que la percepción del riesgo de las instalaciones nucleares varía de forma independiente al grado de conocimiento sobre CTN y la información que los discentes reciben sobre ello; por otro lado, que la formación educativa en CTN es escasa y que, consecuentemente, debería reforzarse para que el alumnado sea capaz de crear su propia opinión.

### PALABRAS CLAVE

Ciencias y tecnología; libro de texto; enseñanza secundaria.

### ABSTRACT

This article analyses the degree of knowledge of nuclear science and technology (NST) of secondary and high school students. To this end, an empirical research work was developed, with two main parts: (i) quantitative analysis of the knowledge and information that 180 students received about NST during their educational stage, and (ii) quantitative analysis on the level of development of NST contents in the different textbooks. An exhaustive review of the most relevant publishers, which contain such topics in subjects such as: Geography and History, Physics and/or Chemistry, Technology, Scientific Culture and Earth and Environmental Sciences. The results show, on the one hand: the perception of the risk of nuclear facilities, the modification independently of the degree of knowledge about NST and the information that students receive about it; and the other hand: that the educational training in NST is scarce and that, consequently, it should be reinforced so that students are able to create their own opinion.

### KEYWORDS

Science and technology; textbook; high school.

## 1. INTRODUCCIÓN

La formación inicial del sistema educativo español durante la etapa obligatoria y/o postobligatoria es vital para la formación del alumnado. En estas etapas, además de adquirir conceptos y conocimientos sobre materias diversas (literatura, matemáticas, historia, etc.), los discentes comienzan a desarrollar sus propias percepciones, actitudes y expectativas ante las diferentes disciplinas que estudian. Es un periodo en el que el adolescente empieza a desarrollar sus propias habilidades y competencias (Betina y Contini, 2012), y precisamente es justo donde se comienza a vislumbrar futuros talentos y donde surgen los primeros rechazos o admiraciones hacia las diferentes disciplinas. Desgraciadamente, el alumnado de estas edades es vulnerable al mundo que le rodea y, en este sentido, es susceptible de ser manipulable tanto en ideales como en actitudes y comportamientos (Losada, Leodarnelli y Magliola, 2015; Occelli, 2013; Fanjul y González, 2011; Montañés et al, 2008; Wilson y Wilson, 1992).

En las últimas décadas han sido cuantiosos los trabajos de investigación que han indagado las relaciones entre historia, enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Moreno y Calvo, 2019; Álvarez et al, 2013; Prieto et al, 2012; Garritz, 2010). En contraposición, dentro de la Ciencia y Tecnología Nuclear (CTN) son escasos los estudios que se han realizado sobre conceptos, opiniones y actitudes sobre esta disciplina en las etapas educativas básicas (García-Carmona y Criado, 2008; Gutiérrez, 2000). Sin embargo, la temática nuclear es un aspecto que no resulta indiferente a la sociedad (Fernández et al, 2017; Vilches y Gil, 2008; Campbell, 2003; Aibar, 2002; García, 1981) y, de hecho, en muchas ocasiones la manera de tratar esta temática cambia radicalmente dependiendo de la fuente de información.

En este sentido, dado que existen referencias que justifican una carente objetividad en la información que ofrecen los diferentes medios de comunicación acerca de la CTN (Gómez et al, 2014; García-Mestres et al, 2011; Acinas, 2007), en este estudio se anali-

za si ocurre lo mismo en los libros de texto de adolescentes. Aunque los adultos son considerados libres para tomar sus propias decisiones, incluso cuando la información que reciben pueda estar manipulada, los menores de edad tienen el derecho a recibir información de una forma objetiva, es decir, deben tener la posibilidad de demandar datos y conocimientos lo más imparciales posible para que así, ellos mismos puedan generar su propia opinión, libre de manipulación. Este proceso de demanda de información por parte de la ciudadanía sobre una materia, con el objetivo de generar su propia opinión se denomina alfabetización científica y técnica, la cual es un requisito mínimo en las actuales sociedades industrializadas (López y Luján, 2004) para poderse posicionar y tomar decisiones al respecto.

Partiendo de esta premisa, esta investigación tiene por objetivo estudiar el conocimiento que el alumnado del sistema educativo español tiene sobre la CTN. Ambos conceptos (ciencia y tecnología) forman parte del contenido de distintos bloques de asignaturas troncales y específicas que las leyes educativas establecen como contenidos básicos en el proceso de enseñanza de los alumnos durante su trayectoria educativa en la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato, según el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre (BOE, 2014).

Para llevar a cabo este estudio, se han seleccionado los ciclos de ESO y de Bachillerato al ser considerados los más apropiados para este trabajo, ya que los discentes de estas etapas educativas (12-18 años) están justo en la etapa de las operaciones formales que Piaget establece en la Teoría del Desarrollo Genético (López y López, 2018), en la que desarrollan sus propios pensamientos hacia los distintos aspectos de la vida, especialmente los sentimientos idealistas y los conceptos morales (Olmedo, 2010). Que la construcción de la personalidad se lleve a cabo durante esta franja de edad (González, 1993) sirve como argumento para analizar la influencia que pueden ejercer los propios libros de texto sobre la percepción de la CTN en dicho alumnado.

Constatando que la base de esta información puede llegar por diferentes vías a los estudiantes, la presente investigación empírica se ha articulado en torno a dos ejes. Por un lado, se ha desarrollado un análisis cuantitativo de los datos obtenidos a través de una encuesta que versa sobre el tema objeto de estudio y con la que se han podido identificar las diferentes dimensiones del conocimiento y la percepción que este alumnado tiene sobre la CTN. Del mismo modo, esta encuesta ha permitido identificar cuáles son las principales fuentes de información sobre la materia.

Por otro lado, se ha llevado a cabo un análisis cuantitativo de diferentes libros de texto con los que los docentes trabajan en las aulas y en los que aparecen contenidos sobre CTN. La elección de la muestra de libros de texto analizados se llevó a cabo atendiendo al ranking de prestigio editorial según expertos españoles para el ámbito de la educación establecido por el estudio *Scholarly Publishers Indicators in Humanities and Social Science (ILIA, 2018)*. En esta línea de trabajo, se han planteado una serie de criterios de evaluación, tras pautar unos objetivos de carácter cuantitativo, que han posibilitado la categorización de contenidos relacionados con la CTN en estos libros.

Los libros de texto son una herramienta de gran importancia en los procesos de enseñanza-aprendizaje, principalmente en la educación primaria y secundaria. De hecho, algunos autores los consideran una referencia básica en las programaciones del profesorado (Martínez y García, 2009; Sánchez y Valcárcel, 2000); o como un espejo fiel en el que se refleja la situación actual de la enseñanza de las ciencias (Jiménez, 2000). De los textos educativos depende en gran medida el desarrollo del currículo oficial, ya que hoy en día es habitual su uso como recurso didáctico principal, y a veces, casi exclusivo. Sin embargo, para otros autores (Ferreiro y Ocelli, 2008; Ruina y Berzal, 2001; Jiménez et al, 1997), los libros de texto son intermediarios de las prescripciones curriculares –en los cuales se entrecruzan los objetivos de la política oficial en materia educativa con los

requerimientos específicos de la institución escolar– y de la dinámica e intencionalidad de editoriales y autores. Se trataría por tanto de una materialización de “la ciencia que debe ser enseñada”. En muchas ocasiones se enseña desde la creencia –implícita o explícita– de que todo cuanto se propone en el libro de texto es correcto y adecuado, tanto desde el punto de vista didáctico como científico. Estos argumentos son los que remarcan la importancia de la segunda parte de este artículo: la investigación de la amplitud y la veracidad de los contenidos que los libros de texto –principales fuentes de información acerca de la introducción y el tratamiento didáctico de los contenidos que habitualmente el alumnado recibe en clase (Jiménez y Criado, 2005; Alcocer et al, 2004)– reflejan sobre CTN.

## 2. MÉTODO.

### 2.1. Objetivos.

En el presente estudio se propone como objetivo principal: “Identificar el grado de conocimiento y la percepción sobre la CTN del alumnado de los diferentes niveles educativos”, los indicadores usados para resolverlo se han basado en la influencia de diferentes factores:

- El nivel de los conocimientos proporcionados por los diferentes libros de texto;
- El nivel y especialización del curso educativo;
- Las fuentes de información externas al entorno educativo;
- El predominio de la comunidad autónoma;
- La influencia de factores externos relacionados con el alumnado.

### 2.2. Población y muestra.

Para desarrollar esta investigación se ha seleccionado el método probabilístico de muestreo estratificado con el nivel educativo de los centros como unidad primaria y la selección de la materia como unidad secundaria. La muestra obtenida estuvo formada por 180 alumnos, tomándose 30 alumnos por curso académico (1º ESO, 2º ESO, 3º ESO, 4º ESO, 1º Bachillerato y 2º Bachillera-

to). En concreto, los participantes fueron estudiantes cuya edad estaba comprendida entre 12 y 18 años, de diferentes comunidades autónomas, de distintos tipos de centro –público y concertado– y con diversas especialidades.

### 2.3. Instrumento.

Dentro de la metodología mixta de investigación llevada a cabo, en la primera parte de la misma el instrumento de recogida de datos utilizado en esta muestra representativa del alumnado (180 estudiantes) ha sido (i) la encuesta –técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación (Casas et al, 2019)– y (ii) la revisión documental. Esta última permitió obtener información cuantitativa que completó la información facilitada por la aplicación de la encuesta. En la segunda parte de la investigación se han evaluado 16 libros de diferentes asignaturas de la ESO y Bachillerato (Tabla 1): Biología, Tecnología, Física-Química, Geografía-Historia, Química, Cultura Científica y Ciencias de la Tierra. Este análisis pretende indagar sobre el tratamiento que se le aporta a la CTN en los libros actuales de texto de la ESO y de Bachillerato.

En la Tabla 2 se recopilan los criterios utilizados en esta investigación sobre la inclusión de contenidos relacionados con la energía nuclear (EN) en los libros de texto. Estos criterios están basados en los desarrollados por García-Carmona y Criado (2008) en su investigación sobre aspectos CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) de la CTN en los libros de texto, pero, para favorecer el estudio posterior, estos criterios fueron ampliados en número y también en la dimensión de cada uno de ellos.

Tabla 1. Relación de libros de texto analizados: Tecnología (T), Física (F), Química (Q), Geografía-Historia (G-H), Cultura Científica (CC), Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente (CTMA). Fuente: elaboración propia.

Número	Nivel y año	Autores	Materia	Editorial
1	1º ESO 2015	Blázquez, M., Hoyos, I., & Santos, J.	T	Anaya. ISBN: 9788467887266
2	2º	Gonzalo, R.,	T	Anaya.

	ESO 2017	Rodrigo, E., Salvador, S., García, P., Bautista, A., & Cabanes, J.		ISBN: 9788467857153
3	2º ESO 2016	Vílchez, J., Morales, A., & Zubiaurre, S	F-Q	Anaya. ISBN: 9788469817988
4	2º ESO 2016	Vílchez, J., Morales, A., & Zubiaurre, S	F-Q	Anaya. ISBN: 9788467805642
5	3º ESO 2011	Antón, J., Barrio, J., & D.M., A.	F-Q	Editex. ISBN: 9788497719834
6	3º ESO 2016	Gonzalo, R., Rodrigo, E., Salvador, S., García, P., Bautista, A., Del Cerro, Y., & otros.	T	Anaya. ISBN: 9788469819692
7	3º ESO 2010	Guerrero, A., & Rodríguez, E.	G-H	Editex. ISBN: 9788497716789
8	3º ESO 2016	Vílchez, J., Morales, A., & Zubiaurre, S.	F-Q	Anaya. ISBN: 9788469819692
9	4º ESO 2017	Burgos, M., & Muñoz-Delgado, M.	G-H	Anaya. ISBN: 9788469828397
10	4º ESO 2016	Clemente, S., Domínguez, M. A., Gómez, E., Ladero, M., Ruiz, A., Sánchez, M., & otros.	CC	Anaya. ISBN: 9788469819357
11	4º ESO 2017	Parra, J., Ayuela, A., & Bermejo, F.	G-H	Algaida Editores ISBN: 9788490676368
12	4º ESO 2017	Rodrigo, E., Del Cerro, Y., Parra, V., Blázquez, M., Hoyos, I., & Santos, J.	T	Anaya. ISBN: 9788469825495
13	4º ESO 2016	Vílchez, J., Morales, A., Garrido, L., Villalobos, G., & Tonda, P.	F-Q	Anaya. ISBN: 9788469818862
14	1º BACH	Zubiaurre, S., Vílchez, J., &	F-Q	Anaya. ISBN:

	2017	Arsuaga, J.	9788469805398
15	2º BACH	Araque, J., Illana, J., Liébana, A., & Teijón, J.	Anaya. ISBN: 9788469820575
			Q
	2016		

Tabla 2. Criterios de evaluación de los libros de texto de ESO y Bachillerato.

<b>Criterio 1 (C1): Aplicaciones tecnológicas de la energía nuclear:</b>
a) Producción de energía eléctrica.
b) Datación de fósiles, rocas y restos arqueológicos mediante isótopos radiactivos.
c) Aplicaciones de los isótopos radiactivos en medicina.
d) Aplicaciones industriales (detección de desgastes y averías de maquinarias...).
<b>Criterio 2 (C2): Influencia de la CTN en la política, la economía y el comportamiento social, y viceversa.</b>
a) Controversias sociales alrededor de la energía nuclear.
b) Aparición de movimientos sociales en contra de la energía nuclear.
c) Aparición de élites políticas, empresariales y económicas alrededor de la energía nuclear.
d) Modificación de aspectos culturales y sociales en las poblaciones cercanas a instalaciones nucleares.
<b>Criterio 3 (C3): Papel desempeñado por la ciencia atómica y nuclear, a lo largo de la historia, en la evolución del conocimiento y la cultura de la humanidad.</b>
a) Influencia de la ciencia atómica y nuclear en el pensamiento y la cultura.
b) Antecedentes e incidencias de la ciencia atómica y nuclear en la historia.
c) Construcción y desarrollo del conocimiento en ciencia atómica y nuclear.
d) Influencia de la ciencia atómica y nuclear en la percepción del riesgo.
<b>Criterio 4 (C4): Problemas radiológicos, medioambientales y de seguridad:</b>
a) Resultado del lanzamiento de las bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki.
b) Gestión de los residuos radiactivos en instalaciones nucleares.
c) Posibles consecuencias medioambientales y radiológicas de un accidente nuclear (TMI, Fukushima, Chernóbil).
d) Medidas de seguridad alrededor de la energía nuclear.
<b>Criterio 5 (C5): Aspectos relevantes en el desarrollo de la CTN:</b>
a) La mujer en la ciencia nuclear.
b) El trabajo en equipo.
c) Elevados niveles de seguridad y exigencia que se demandan a los técnicos y científicos nu-

cleares.
d) Elevado conocimiento de los técnicos y científicos nucleares.
<b>Criterio 6 (C6): Consecuencias beneficiosas y perjudiciales que tienen, para la humanidad y el medio ambiente, las aplicaciones de la energía nuclear.</b>
a) Aplicaciones médicas de la energía nuclear.
b) Importancia de la energía nuclear como fuente de generación de energía eléctrica a nivel mundial.
c) Comparación de los usos bélicos con los usos pacíficos de la energía nuclear.
d) Otros usos pacíficos de la energía nuclear (agrícola, ingeniería, restauración...)
<b>Criterio 7 (C7): Importancia de las centrales nucleares y el sector nuclear en España.</b>
a) Capacidad de generación de energía eléctrica de origen nuclear en el país.
b) Controversia sobre el alargamiento de la vida útil de las centrales nucleares en España.
c) No emisión de CO <sub>2</sub> .
d) El sector nuclear español como motor de generación de empleo y referencia internacional.

#### 2.4. Procedimiento de recogida y análisis de datos.

En el primer bloque de criterios (C1) de la Tabla 2 se analizan los contenidos editoriales de las aplicaciones tecnológicas en aspectos como la producción de energía eléctrica, la datación de fósiles, rocas y restos arqueológicos mediante isótopos radioactivos, la aplicación de estos isótopos en medicina y las aplicaciones industriales (como, por ejemplo, para la detección de desgastes y averías en maquinarias).

En el segundo bloque (C2) el análisis se centra en la perspectiva social, localizando contenidos relacionados con controversias sociales alrededor de la EN, la aparición de movimientos sociales en contra de la EN, la aparición de élites políticas, empresariales y económicas alrededor de la EN y la modificación de aspectos culturales y sociales en las poblaciones cercanas a instalaciones nucleares.

En el tercer bloque (C3) se analizan las referencias existentes en los textos educativos sobre el papel de la CTN en la evolución del conocimiento y cultura de la humanidad, mediante la identificación de referencias a aspectos como la influencia de la ciencia

atómica y nuclear en el pensamiento y la cultura, antecedentes e incidencias de la ciencia atómica y nuclear en la historia, la construcción y desarrollo del conocimiento en ciencia atómica y nuclear y la influencia de la ciencia atómica y nuclear en la percepción del riesgo.

El cuarto bloque (C4) trata sobre los posibles problemas medioambientales, relacionados con los riesgos y residuos derivados del uso de la EN. Para ello se buscan las referencias que los textos puedan contener en cuanto a consecuencia y riesgos medioambientales de la aplicación de esta energía, buscando contenidos relacionados con aspectos como el resultado del lanzamiento de las bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki, la gestión de los residuos radioactivos en instalaciones nucleares, las posibles consecuencias medioambientales y radiológicas de un accidente nuclear (y ejemplos de ello) y las medidas de seguridad que se establecen alrededor de la EN.

En el quinto bloque (C5) se analiza la presencia de referencias en los textos a la acción colaborativa en la investigación y desarrollo de la CTN y el perfil de los profesionales que se dedican a ello, buscando aspectos relacionados con la mujer en la EN, el trabajo en equipo, los niveles de seguridad y exigencia que se demandan a los técnicos y científicos nucleares y el elevado conocimiento de estos en materia nuclear.

El sexto bloque (C6) atañe a una comparativa sobre las consecuencias beneficiosas y perjudiciales de las aplicaciones de la EN. Para ello se buscan registros referentes a las aplicaciones médicas de este tipo de energía, su importancia como fuente de generación de energía eléctrica, la comparación entre usos bélicos y pacíficos, así como las indicaciones que puedan surgir de esta energía.

Finalmente, en el séptimo y último bloque (C7) se analizan las referencias existentes en los textos educativos de España con respecto a la EN. Para ello, se localizan citas relacionadas con su capacidad de generación de energía eléctrica a nivel nacional, sus ventajas en cuanto a la no emisión de CO<sub>2</sub>, las

posibles controversias relacionadas con el alargamiento de la vida útil de las centrales nucleares (CCNN) españolas, y la realidad del sector nuclear español como motor de generación de empleo.

### 3. RESULTADOS.

En este apartado se muestra los resultados de los procesos de investigación llevados a cabo: (i) análisis de los resultados de una encuesta contestada por estudiantes de ESO y Bachillerato, y (ii) análisis cuantitativo del grado de desarrollo de contenidos sobre CTN en los diferentes libros de texto.

#### 3.1. Análisis de los resultados obtenidos del alumnado.

La encuesta empleada en la investigación se estructura en tres bloques, divididos en función de la tipología de las preguntas sobre la CTN (Figura 1): (1) aspectos técnicos, (2) influencia social y (3) fuentes de información. Los resultados obtenidos con dicha encuesta, formada por 20 cuestiones (Tabla 3), se basan en las respuestas de un total de 180 estudiantes.

El primer bloque de la encuesta, de carácter técnico, está compuesto por una serie de cuestiones enfocadas a la detección del grado de conocimiento general que el alumnado posee sobre distintos aspectos fundamentales relacionados con la CTN (Tabla 3). Además, en este bloque se incluyen dos interrogantes sobre la seguridad y el riesgo que percibe el alumnado de las CCNN.

En el segundo bloque se investigan cuestiones de carácter social, por ejemplo la influencia que las CCNN tienen sobre la sociedad española (capacidad de generación, la no emisión de CO<sub>2</sub>, la prolongación de la vida útil de las CCNN,...). Y, por último, el tercer se centra en la recopilación de datos sobre las fuentes de información. En este caso, se pregunta al alumnado si considera que recibe suficiente información sobre esta disciplina en los libros de texto, así como el grado en el que se sienten informados, de forma general, durante su etapa educativa.



Figura 1. Esquema seguido en la investigación del conocimiento sobre CTN.

Tabla 3. Estructura de la encuesta entregada al alumnado. Fuente: Elaboración propia.

BLOQUE 1: ASPECTOS TÉCNICOS	
1.	Nivel de conocimiento sobre CTN.
2.	Nivel de conocimiento sobre las CCNN españolas.
3.	Nivel de conocimiento sobre las otras aplicaciones de la energía nuclear.
4.	Riesgo que percibe de las CCNN españolas.
5.	Seguridad de las CCNN en España.
BLOQUE 2: INFLUENCIA SOCIAL	
6.	¿Sabe que los reactores nucleares operativos en España generan más del 20% de la energía eléctrica producida en el país?
7.	¿Sabe que la energía nuclear no emite CO <sub>2</sub> ?
8.	¿Cree que es posible que en España exista un escenario en el que las CCNN extiendan su vida útil más allá de los 40 años?
9.	Valore en una escala del 1 al 5 el grado de conocimiento que la sociedad española tiene sobre energía nuclear.
BLOQUE 3: FUENTES DE INFORMACIÓN	
10.	¿Considera que recibe suficiente información general sobre las CCNN españolas?
11.	¿Considera que recibe suficiente información sobre CTN en los libros de texto?
12.	Valore en una escala del 1 al 5 cómo considera su nivel de información sobre CTN (en general).
13.	Valore en una escala del 1 al 5 cómo considera su nivel de conocimiento sobre CTN (gracias a los libros de texto).

### 3.2. Resultados del bloque I: aspectos técnicos.

En cuanto el grado de conocimiento sobre la CTN (pregunta 1, Tabla 3), más de la mitad del alumnado considera que posee un nivel de conocimiento bajo-medio sobre esta materia (Figura 2). Al desglosar esta cuestión, se observa que a medida que el alumnado sube

de nivel educativo la percepción de sí mismo acerca del nivel de conocimiento sobre CTN aumenta a un nivel tres dispuestos en una escala Likert con un rango de 1 a 5 (donde 1 es ningún conocimiento y 5 un conocimiento muy elevado).

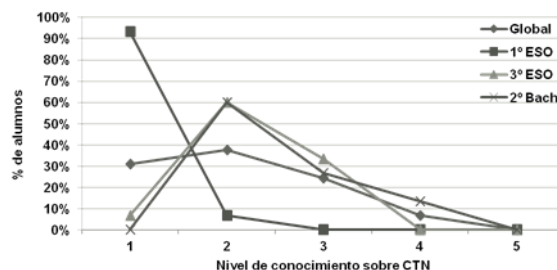


Figura 2. Resultados de la pregunta 1 (Tabla 3).

En relación al grado de conocimiento sobre las CCNN españolas (pregunta 2, Tabla 3), el alumnado afirma que carece de un conocimiento elevado sobre estas instalaciones (Figura 3). En contraposición con la pregunta anterior, no existe variación en el nivel de conocimiento en materia de infraestructuras nucleares en función del curso académico que realiza el alumnado. Por otro lado, al analizar el grado de conocimiento sobre otras aplicaciones de la EN (pregunta 3, Tabla 3), se comprobó que más allá de la producción eléctrica, los discentes reflejaron un conocimiento bajo-medio (Figura 4).

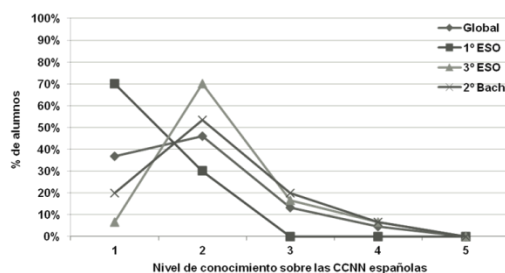


Figura 3. Resultados de la pregunta 2 (Tabla 3).

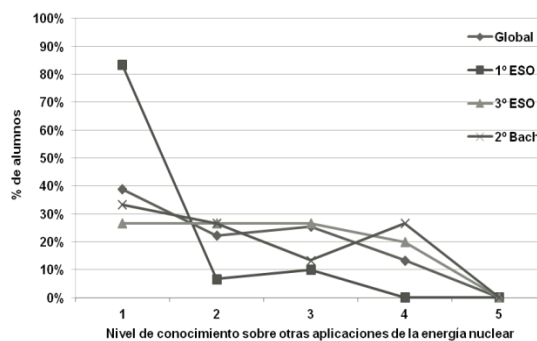


Figura 4. Resultados de la pregunta 3 (Tabla 3).

Por consiguiente, otra de las preguntas trata la percepción del alumnado sobre el riesgo de las CCNN españolas (pregunta 4, Tabla 3). El resultado revela que no existe una posición determinante, sino que hay una gran variedad de opiniones (Figura 5). En esta pregunta, merece la pena destacar que el 11% del alumnado encuestado no contestó a esta pregunta.

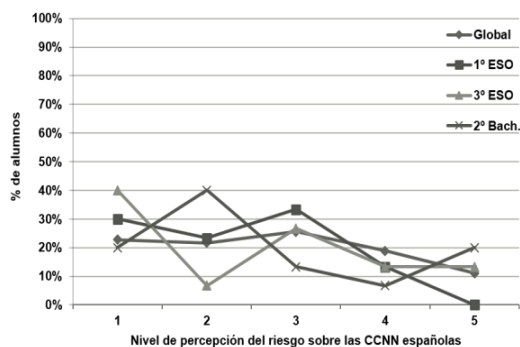


Figura 5. Resultados de la pregunta 4 (Tabla 3).

Por último, en relación con la percepción del alumnado sobre la seguridad de las CCNN (pregunta 5, Tabla 3), más del 70% de los alumnos encuestados consideran encontrarse entre los niveles más altos de la escala Likert (Figura 6).

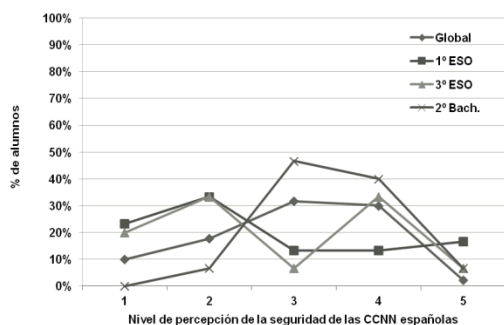


Figura 6. Resultados de la pregunta 5 (Tabla 3).

### 3.3. Resultados del bloque II: influencia social.

En la primera pregunta del segundo bloque (pregunta 6, Tabla 3), los resultados indican que el 65% del alumnado desconoce que el 20% de la energía eléctrica de España es producida por CCNN (Figura 7). Este porcentaje es incluso mayor si se analizan las respuestas en función del curso académico, llegando a ser superior al 80% en el caso de los alumnos de primero de ESO.

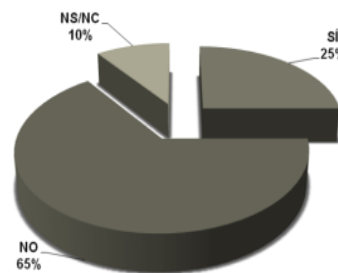


Figura 7. ¿Sabe que los reactores nucleares operativos en España generan más del 20% de la energía eléctrica producida en el país? (pregunta 6, Tabla 3).

La segunda pregunta de este bloque (pregunta 7, Tabla 3), cuestiona al alumnado su nivel de conocimiento sobre la no emisión de CO<sub>2</sub> por parte de las CCNN. En este caso sorprende que el 54% de los alumnos de 3º de ESO (13-14 años de edad) afirmen saber que las CCNN no emiten CO<sub>2</sub>. En otros cursos el porcentaje de alumnos conocedores de esta información disminuye, dando un porcentaje del 42% si se analiza la muestra en global (Figura 8).

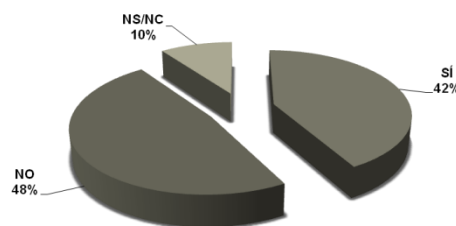


Figura 8. ¿Sabe que la energía nuclear no emite CO<sub>2</sub>? (pregunta 7, Tabla 3)

En esta línea, acorde a los resultados de la pregunta 8 (Tabla 3), el 53% de los alumnos encuestados no saben o no contestan sobre la posibilidad de que las CCNN españolas puedan prolongar su vida útil por encima de los 40 años (Figura 9).

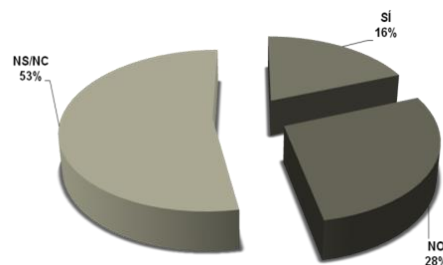


Figura 9. ¿Cree que es posible que en España exista un escenario en el que las CCNN extiendan su vida útil más allá de los 40 años? (pregunta 8, Tabla 3)



Para finalizar este bloque de carácter social, se planteó otra pregunta sobre el grado de conocimiento que la sociedad española tiene acerca de la EN (pregunta 9, Tabla 3). Los alumnos encuestados opinan que en general la sociedad española tiene un conocimiento bajo-medio sobre EN (Figura 10). En esta pregunta resulta interesante ver cómo, si se analiza por niveles educativos las respuestas obtenidas, a medida que aumenta el nivel educativo de los alumnos su percepción sobre el grado de conocimiento que la sociedad española tiene sobre la EN disminuye, al contrario de lo que ocurriría en relación al conocimiento sobre CTN.

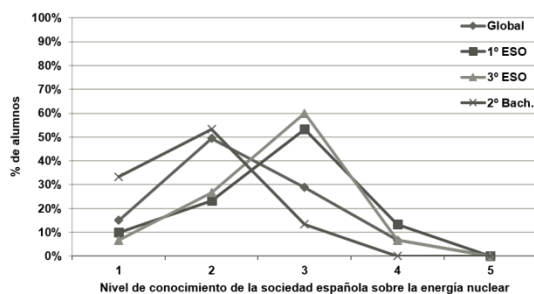


Figura 10. Resultados de la pregunta 9, Tabla 3.

### 3.4. Resultados del bloque III: fuentes de información.

A la primera de las cuestiones de este tercer bloque (pregunta 10, Tabla 3): ¿considera que recibe suficiente información sobre la ciencia y la tecnología nuclear en los libros de texto?, el 72% de los encuestados responden de manera negativa (Figura 11).

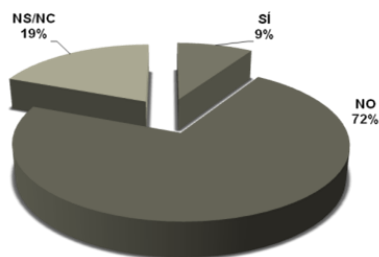


Figura 11. ¿Considera que recibe suficiente información general sobre las CCNN españolas? (pregunta 10, Tabla 3).

En la misma tendencia, el 65% de los encuestados considera que no recibe la suficiente información en los libros de texto sobre las CCNN españolas, mientras que el 21% de los

discentes la consideran adecuada (Figura 12).

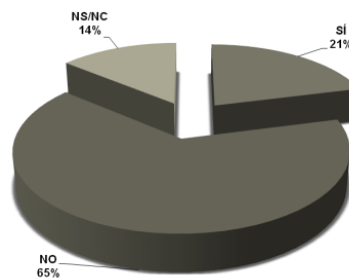


Figura 12. ¿Considera que recibe suficiente información sobre CTN en los libros de texto? (pregunta 11, Tabla 3).

Respecto al grado en el que los discentes se consideran informados sobre la CTN (pregunta 12, Tabla 3), al igual que en las cuestiones anteriores, los valores obtenidos reflejan una consideración media-baja sobre el grado de información que poseen sobre la CTN (Figura 13).

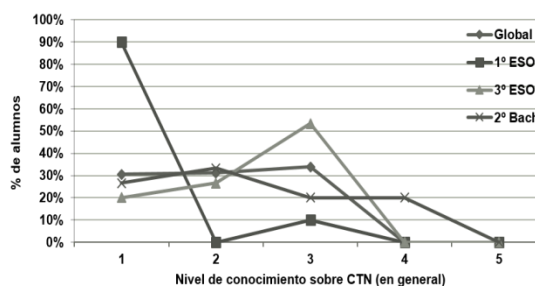


Figura 13. Resultados de la pregunta 12 (Tabla 3).

Para clausurar este bloque, se analiza el grado de conocimiento que poseen los discentes sobre CTN obtenido mediante la información publicada en los libros de texto (pregunta 13, Tabla 3). Los resultados sugieren que existe una percepción baja sobre el mismo (Figura 14).

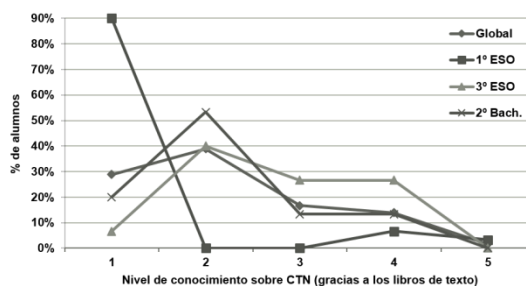


Figura 14. Resultados de la pregunta 13 (Tabla 3).

### 3.5. Comparativa de resultados.

Si se compara los resultados obtenidos en la muestra de 180 alumnos en factores tan críticos y relacionados como son (i) el conocimiento sobre CTN, (ii) la percepción del riesgo y (iii) el nivel de conocimiento, se observa que la percepción del riesgo de las instalaciones nucleares varía de forma independiente al grado de conocimiento sobre CTN y la información que los discentes reciben sobre CTN (Figura 15). En cuanto al grado de conocimiento, los discentes valoran su conocimiento sobre las instalaciones nucleares inferior a su conocimiento sobre CTN en general y otras aplicaciones de la EN (Figura 16). Por último, los alumnos valoran su nivel de conocimiento sobre CTN gracias a los libros de texto como medio-bajo, con la misma tendencia que valoran su conocimiento sobre otros aspectos de la CTN.

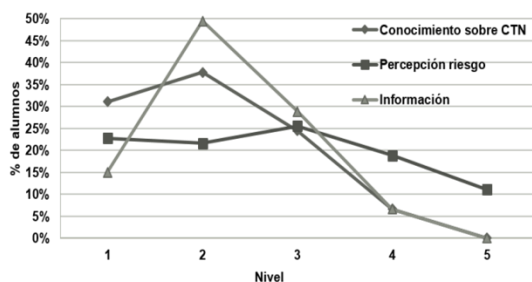


Figura 15. Nivel de conocimiento sobre CTN, percepción del riesgo y nivel de información.

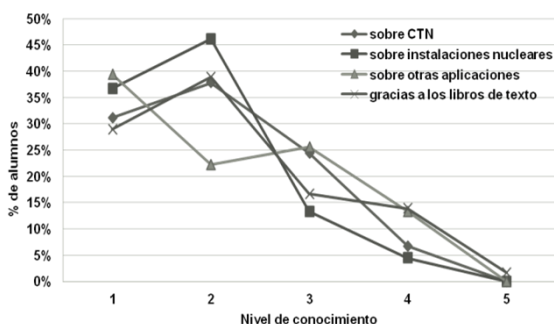


Figura 16. Comparativas distintos niveles de conocimiento.

Pero el objetivo de este artículo es más ambicioso y también se estima necesario comparar los resultados obtenidos durante este proceso de investigación basado en encuesta con los resultados obtenidos por otras encuestas realizadas en España a finales del siglo XX y a lo largo del presente Siglo XXI. Las encuestas comparadas en este estudio

son: (i) Estudio sobre Energía Nuclear, realizado por el Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS, 1993); y (ii) Encuesta de opinión pública sobre la energía nuclear, realizado por el Foro Nuclear (Foro Nuclear, 2015).

En primer lugar, en relación al grado de conocimiento sobre las CCNN españolas (pregunta 2, Tabla 3), la encuesta del CIS refleja un resultado claro, el 84,4% de la población conoce la existencia de centrales nucleares en España. En el caso de la encuesta realizada por el Foro Nuclear, este resultado aumenta hasta un 93%. Sin embargo, en el presente estudio, el alumnado de las diferentes asignaturas de ESO y Bachillerato afirma que carece de un conocimiento elevado sobre estas instalaciones (Figura 3). Por tanto, existe una diferencia clara entre el nivel de conocimiento de la población española con respecto al conocimiento de los discentes de los diferentes sistemas educativos.

En segundo lugar, en cuanto al conocimiento de otras aplicaciones de la EN (pregunta 3, Tabla 3), la encuesta realizada por el CIS obtiene unos resultados bastante positivos, en los cuales la población es consciente de otras aplicaciones de la EN por encima del 60%, salvo en el caso de las aplicaciones en la agricultura, donde únicamente un 26% de la población es conocedora de las mismas (Tabla 4). Esos resultados arrojan un resultado final de un conocimiento global sobre otras aplicaciones de la EN del 63%, lo cual contrasta con el bajo-medio conocimiento que los discentes manifestaron tener sobre estas otras aplicaciones (Figura 4). Estos resultados mantienen la tendencia reflejada en la anterior pregunta, donde los alumnos reflejan un bajo conocimiento sobre las CCNN españolas en comparación con la población española.

Tabla 4. Resultados encuesta CIS sobre otras aplicaciones de la EN.

Otras aplicaciones de la energía nuclear	Si conocen (Encuesta CIS, 1997)
Producción de electricidad	75,4
Diagnóstico Médico	68,7
Armamento	79,9

Industria	71,3
Agricultura	26,5
Radioterapia	75,5
Esterilización de alimentos y material quirúrgico	44,7
<b>Conocimiento Global</b>	<b>63,14</b>

Al respecto de la percepción de seguridad de las CCNN españolas de la población general española con respecto a la percepción de los discentes de ESO y Bachillerato. El resultado obtenido por el CIS es de una media de 4,04 sobre una media de 10 (1 muy desconocido, 10 muy de acuerdo) en cuanto a la seguridad de las CCNN españolas, o lo que es igual, una percepción de seguridad media-baja de las CCNN españolas.

La encuesta del Foro Nuclear, refleja que un 77% de los encuestados opinan que las CCNN españolas funcionan con total o suficiente seguridad. En el caso de los discentes de ESO y Bachillerato, (pregunta 5, Tabla 3), más del 70% de los alumnos encuestados consideran encontrarse entre los niveles más altos de la escala Likert (Figura 6).

En cuanto al nivel de conocimiento sobre la capacidad de producción de las CCNN España (pregunta 6, Tabla 3), los resultados indican que el 65% del alumnado desconoce que el 20% de la energía eléctrica de España es producida por CCNN. Este porcentaje es incluso mayor si se analizan las respuestas en función del curso académico, llegando a ser superior al 80% en el caso de los alumnos de primero de ESO. Este resultado, mantiene la misma tendencia que el resultado obtenido por la encuesta realizada por el Foro Nuclear en el 2015, en la cual el 60% de los encuestados se manifestaban en contra de esta tecnología sin conocer este dato de producción, y una vez que reciben esta información, el rechazo hacia esta tecnología se reduce al 51%.

En cuanto al grado de conocimiento sobre la no emisión de CO<sub>2</sub> por parte de las CCNN (pregunta 7, Tabla 3). Este estudio reflejó que el 42% de los discentes si es conocedor de que la energía nuclear es una energía limpia. Este resultado, va en la misma línea que el obtenido por la encuesta realizada

por el CIS, donde se obtiene una media de 4,62 (1 muy desconocido, 10 muy de acuerdo), sobre el conocimiento de que la energía nuclear contamina menos que otras fuentes de energía como el petróleo, el carbón o el gas. En el caso de la encuesta realizada por el Foro Nuclear, no se estudia el grado de conocimiento sobre esta ventaja, sino el grado de rechazo hacia esta tecnología sabiendo que no es una fuente de generación eléctrica emisora de CO<sub>2</sub>, pasando de un porcentaje de rechazo del 60% antes de conocer esta información, al 37% de rechazo tras conocer que es una tecnología limpia.

### 3.6. Estudio de los libros de texto.

El análisis de los libros de texto puede enfocarse desde diferentes puntos de vista: el estilo, el contenido, las exigencias cognitivas, las ilustraciones, las actividades prácticas, etc. (Cortés, 2006; Calvo y Martín, 2005). En este trabajo, el objetivo es realizar un análisis del contenido desarrollado en los libros de texto sobre CTN y, para ello, se ha recurrido a la cuantificación de los diferentes criterios evaluables (Tabla 2) en base a un parámetro *R*, que se puede obtener aplicando la fórmula planteada en estudios previos (Vergara *et al*, 2016) para cuantificar diferentes rúbricas de evaluación:

$$R = 2.5 \sum_{i,j} \alpha_i \beta_j \quad (1)$$

donde  $\alpha_i$  (Tabla 5) indica la influencia porcentual que cada criterio evaluable (Tabla 2) tiene en la nota final –siendo  $1 \leq i \leq 7$ –, y  $\beta_j$  (Tabla 6) representa los cuatro niveles de adquisición de cada criterio ( $1 \leq j \leq 4$ ) valorados desde uno hasta cuatro puntos en función de los aspectos cubiertos. De esta manera el valor de *R* se puede obtener fácilmente con la ecuación 1, que proporciona una calificación sobre 10 puntos.

Tabla 5. Influencia porcentual de los diferentes criterios evaluables. Fuente: Elaboración propia.

<b>Criterio 1</b>	( $\alpha_1 = 10\%$ )
<b>Criterio 2</b>	( $\alpha_2 = 10\%$ )
<b>Criterio 3</b>	( $\alpha_3 = 10\%$ )
<b>Criterio 4</b>	( $\alpha_4 = 15\%$ )

<b>Criterio 5</b>	( $\alpha_5 = 15\%$ )
<b>Criterio 6</b>	( $\alpha_6 = 20\%$ )
<b>Criterio 7</b>	( $\alpha_7 = 20\%$ )

Tabla 6. Niveles de adquisición de los diferentes criterios evaluables. Fuente: Elaboración propia.

Nivel IV ( $\beta_4 = 4$ )	Nivel III ( $\beta_3 = 3$ )	Nivel II ( $\beta_2 = 2$ )	Nivel I ( $\beta_1 = 1$ )
Si 4 aspectos del correspondiente criterio fueron cubiertos.	Si 3 aspectos del correspondiente criterio fueron cubiertos.	Si 2 aspectos del correspondiente criterio fueron cubiertos.	Si 1 aspecto del correspondiente criterio fue cubierto.

Siguiendo este sistema de evaluación, los resultados obtenidos para los 16 libros de textos analizados (Tabla 1) son los mostrados en la Tabla 7. Los resultados reflejan que ninguno de los 16 libros analizados llega a obtener un valor de  $R = 5$ , lo cual significa que el nivel de desarrollo de los diferentes criterios es muy bajo (el valor medio de  $R$  se sitúa en 2,58 sobre 10).

Por último, si este nivel de desarrollo se tiene en cuenta para los diferentes criterios de evaluación analizados (Figura 17), los resultados arrojan una realidad en la cual algunos criterios relevantes, tan importantes como el papel de la mujer en la ciencia nuclear (C5) u otros usos pacíficos de la EN (C6), son tratados en menos del 10% de los libros de texto (Tabla 8). En el caso del criterio sobre la controversia sobre el alargamiento de la vida útil de las CCNN españolas (C7), se ha comprobado que no es tratado por ninguno de los libros de textos analizados.

Otros aspectos tan relevantes como la no emisión de  $CO_2$  (C7) o las diferentes aplicaciones de los isótopos radiactivos en la medicina (C1), son tratados en un rango entre dos y ocho libros de textos, de los 16 estudiados (Tabla 9). Conviene destacar cómo el criterio de evaluación C4, que trata los problemas radiológicos, medioambientales y de seguridad que conlleva el desarrollo de la EN, es tratado en menos del 50% de los libros de textos analizados (Tabla 1), a pesar de que en dicho criterio se incluían aconte-

cimientos relativamente recientes como el accidente de Fukushima o el de Chernóbil.

Tabla 7. Valor del parámetro  $R$  de los diferentes libros de textos. Fuente: Elaboración propia.

Número	Año	Asignatura	$R$
1	2015	Tecnología	1.37
2	2016	Física-Química	3.25
3	2017	Tecnología	0.25
4	2016	Física-Química	4.50
5	2016	Física-Química	4.25
6	2011	Física-Química	4.87
7	2010	Geografía-Historia	4.25
8	2016	Tecnología	2.87
9	2016	Física-Química	2.75
10	2016	Cultura científica	1.37
11	2017	Geografía-Historia	3.00
12	2017	Geografía-Historia	1.37
13	2017	Tecnología	0.50
14	2017	Física-Química	1.25
15	2016	Química	0.75
16	2016	Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente.	4.62

Por último, entre los aspectos considerados en más del 50% de los libros de textos analizados (Tabla 10) se encuentran la capacidad de producción de energía eléctrica, así como la influencia de la CTN en la construcción de conocimiento, corrientes de pensamiento y por tanto percepción de riesgo hacia la misma. El criterio de evaluación más analizado en los diferentes libros de texto es el estudio del papel desempeñado por la ciencia atómica y nuclear en la evolución a lo largo de la historia del conocimiento y la cultura de la humanidad.

Tabla 8. Criterios de evaluación desarrollados en los libros de texto con un porcentaje  $\leq 10\%$ . Fuente: Elaboración propia.

<b>C1</b>	b) Datación de fósiles, rocas y restos arqueológicos mediante isótopos radiactivos.
	d) Aplicaciones industriales (detección de desgastes y averías de maquinarias...).

	a) La mujer en la ciencia nuclear.
C5	d) Elevado conocimiento de los técnicos y científicos nucleares.
C6	d) Otros usos pacíficos de la energía nuclear (agrícola, ingeniería, restauración...).
C7	b) Controversia sobre el alargamiento de la vida útil de las centrales nucleares en España.

Tabla 9. Criterios de evaluación desarrollados en los libros de texto con un porcentaje  $\geq 10\%$  y  $\leq 50\%$ . Fuente: Elaboración propia.

C1	c) Aplicaciones de los isótopos radiactivos en medicina.
C2	a) Controversias sociales alrededor de la energía nuclear.
	b) Aparición de movimientos sociales en contra de la energía nuclear.
	d) Modificación de aspectos culturales y sociales en las poblaciones cercanas a CCNN.
C3	c) Aparición de élites políticas, empresariales y económicas alrededor de la energía nuclear.
	b) Antecedentes e incidencias de la ciencia atómica y nuclear en la historia.
C4	a) Resultado del lanzamiento de las bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki.
	b) Gestión de los residuos radiactivos en instalaciones nucleares.
	c) Posibles consecuencias medioambientales y radiológicas de un accidente nuclear (TMI, Fukushima, Chernóbil).
	d) Medidas de seguridad alrededor de la energía nuclear.
C5	b) El trabajo en equipo.
	c) Elevados Niveles de seguridad y exigencia que se demandan a los técnicos y científicos nucleares.
C6	a) Aplicaciones médicas de la energía nuclear.
	b) Importancia de la energía nuclear como fuente de generación de energía eléctrica a Nivel mundial.
	c) Comparación de los usos bélicos con los usos pacíficos de la energía nuclear.
C7	a) Capacidad de generación de energía eléctrica de origen nuclear en el país.
	c) No emisión de CO <sub>2</sub> .
	d) El sector nuclear español como motor de generación de empleo y referencia internacional.

Tabla 10. Criterios de evaluación desarrollados en los libros de texto con un porcentaje  $\geq 50\%$ . Fuente: Elaboración propia.

C1	a) Producción de energía eléctrica.
----	-------------------------------------

C3	a) Influencia de la ciencia atómica y nuclear en el pensamiento y la cultura.
	c) Construcción y desarrollo del conocimiento en ciencia atómica y nuclear.
	d) Influencia de la ciencia atómica y nuclear en la percepción del riesgo.

#### 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

A la luz de los resultados obtenidos, el alumnado de la ESO y Bachillerato encuestado muestra un grado de información escaso-moderado sobre la ciencia y tecnología nuclear (CTN). A pesar de la relevancia que tienen los libros de texto como método didáctico en el aula, la percepción que los discentes tienen sobre el contenido desarrollado de la materia en los mismos es baja.

Resulta interesante observar cómo a medida que los discentes se encuentran en etapas educativas superiores, y por lo general, con un mayor nivel de formación, muestran mayor insatisfacción sobre el conocimiento que les llega a través de los libros de texto. Ello puede ser debido a que estos contenidos son prácticamente similares a los que se les aportó en cursos inferiores y, como ya los tienen asimilados, la adquisición de nuevos conocimientos es mínima. Por otro lado, el alumnado se muestra bastante crítico con el nivel de conocimiento que tiene sobre la materia, calificándolo como medio-bajo.

Relacionando los resultados obtenidos en factores tan críticos como son el conocimiento sobre CTN, la percepción del riesgo y el nivel de conocimiento, así como comparándolos con los obtenidos por otros estudios sobre EN, se observa que la percepción del riesgo de las instalaciones nucleares varía de forma independiente al grado de conocimiento sobre CTN y a la información que los discentes reciben sobre CTN. Del mismo modo, la percepción del riesgo sobre las instalaciones nucleares tiene un valor bajo en los diferentes niveles educativos.

El estudio cuantitativo del tratamiento que los diferentes libros de texto realizan sobre la CTN pone de manifiesto que el nivel de desarrollo de la materia es muy bajo. Aspectos tan relevantes como otros usos de la

tecnología nuclear o la no emisión de CO<sub>2</sub> de las CCNN se desarrollan levemente en los diferentes libros de texto.

En este sentido, se ha de destacar que, acorde a los resultados mostrados en este estudio, los libros de texto tratan de soslayo el asunto nuclear, dejando por lo tanto mucha

incertidumbre a estos futuros adultos. Resulta por tanto necesario reforzar estos contenidos para que los futuros egresados puedan desarrollar su propia opinión, fundamentada en una base sólida de datos y conocimientos reales sobre la temática tratada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aibar, E. (2002). Controversias tecnocientíficas públicas: la pericia no es siempre suficiente. *Digithum*, 4, 1-9.
- Acinas, M.P. (2007). Información a la población en situaciones de emergencia y riesgo colectivo. *Intervención Psicosocial*, 3, 303-321.
- Alcocer, L., Carrión, R., Alonso, J.J. y Campana-Rio, J.M. (2004). Presentaciones aparentemente arbitrarias de algunos contenidos comunes en libros de texto de Física y Química. *Enseñanza de las Ciencias*, 3(1), 98-122.
- Álvarez, M., Pérez, U., Arias, A. y Serrallé J.F. (2013). La historia de las ciencias en el desarrollo de competencias científicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(1), 213-233.
- Betina, A. y Contini, N. (2011). Las habilidades sociales en niños y adolescentes. Su importancia en la prevención de trastornos psicopatológicos. *Fundamentos en humanidades*, 12(23), 159-182.
- BOE (2014). *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y de Bachillerato*. Extraído el 7 de marzo de 2019, del sitio web del Boletín Oficial del Estado: <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>
- Campbell, P. (2003). Should nuclear energy from part of the UK's energy future? *Physics Education*, 38, 143-149.
- Casas, J., Repullo, J.R., y Donald, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención primaria*, 31(8), 527-538.
- Calvo, M.A. y Martín, M. (2005). Análisis de la adaptación de los libros de texto de eso al currículo oficial, en el campo de la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 23 (1), 17-32.
- CIS (1993). Estudio sobre Energía Nuclear, estudio nº 2074. Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Cortés, A.L. (2006). Análisis de los contenidos sobre "permeabilidad" en los libros de texto de Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 5(1), 136-160.
- Fanjul, C. y González, C. (2011). La influencia de modelos somáticos publicitarios en la vigorexia masculina: un estudio experimental en adolescentes. *ZER, Revista de Estudios de Comunicación*, 16(31), 265-284.
- Fernández, P., Cuevas, A. y Vergara, D. (2014). Historia de la evolución técnica de los reactores nucleares de agua a presión. *Revista ArtefaCToS*, 6(1), 109-138.
- Ferreiro, G. y Occelli, M. (2008). Análisis del abordaje de la respiración celular en textos escolares para el Ciclo Básico Unificado. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), 387-398.
- Foro Nuclear (2015). Encuesta de opinión pública sobre la energía nuclear.
- García, M. (1981). El debate público sobre el uso de la energía nuclear. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 16, 57-90.
- García-Carmona, A. y Criado, A.M. (2008). Enfoque CTS en la enseñanza de la energía nuclear: análisis de su tratamiento en textos de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(1), 107-124.

- García-Mestres, M., Mateu, A. y Domínguez, M. (2011). Fukushima en la prensa española. El debate científico sobre la energía nuclear a través de los géneros de opinión. *III Congreso de la Asociación Española de Investigación de la Comunicación "Comunicación y riesgo"*, 18-20.
- Garritz, A. (2010). La enseñanza de las ciencias en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados. *Enseñanza de las ciencias*, 28(3), 315-326.
- Gómez, B., Roses, S. y Rivera, A. (2014). Fukushima nuclear power plant accident. An analysis of the most relevant frames in the Spanish press, *Communication & Society*, 27(3), 65-81.
- González, F. (1993). Adolescencia estudiantil y desarrollo de la personalidad. *Perfiles Educativos*, 60, 3-12.
- Gutiérrez, E., Capuano, V.C., Perrotta, M.T., de la Fuente, A.M. y Follari, B.R. (2000). ¿Qué piensan los jóvenes sobre radiactividad, estructura atómica y energía nuclear? *Enseñanza de las ciencias*, 18(2), 247-254.
- ILIA (2018). Publishers Indicators. Books in Humanities and Social Science. Extraído el 24 de marzo de 2019, del sitio web del Consejo Superior de Investigaciones Científicas: <http://ilia.cchs.csic.es/SPI/index.html>
- Jiménez, J.D. (2000). El análisis de los libros de texto. En Perales Palacios F.J. y Cañal de León P. (eds.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. Alcoy: Marfil, 309-322.
- Jiménez, J.D.; Prieto, R. y Perales, F.J. (1997). Análisis de los modelos y grafismos utilizados en libros de texto. *Alambique*, 11, 75-85.
- López, Z. R. A., & López, T. R. A. (2018). Inteligencias Múltiples en el trabajo docente y su relación con la Teoría del Desarrollo Cognitivo de Piaget. *Killkana sociales: Revista de Investigación Científica*, 2(2), 47-52.
- Losada, A.V., Leonardelli, E. y Magliola, M. (2015). Influencia sociocultural y los trastornos de la conducta alimentaria en adolescentes. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 18(1), 380-416.
- López, J.A. y Lujan, J.L. (2004): Cultura Científica y Participación Formativa. En F.J. Rubia et al (Eds.), *Percepción social de la ciencia* (pp. 29-46). Madrid: UNED.
- Martínez, F.J. y García, J. (2009). Análisis del tratamiento didáctico de la biodiversidad en los libros de texto de Biología y Geología en Secundaria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 23, 109-122.
- Moreno, L., y Calvo, M. A. (2019). ¿Cómo presentan la historia de la química los libros de texto de Educación Secundaria? Un análisis desde la didáctica y los estudios históricos de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1-16.
- Montañés, M., Bartolomé, R., Montañés, J. y Parra, M. (2008). Influencia del contexto familiar en las conductas adolescentes. *Ensayos*, 17, 391-407.
- Ocelli, M. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: Una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las ciencias*, 31(2), 133-152.
- Olmedo, P.J. (2010). Implicaciones del desarrollo cognitivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el alumnado de 6 a 16 años. *Revista de Psiquiatría y Psicología del Niño y del Adolescente*, 9(1), 1-10.
- Prieto, T., España, E. y Martín, C. (2012). Algunas cuestiones relevantes de las ciencias desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 71-77.
- Ruina, M. y Berzal, M. (2001). Los contenidos procedimentales en la enseñanza de las Ciencias Naturales: análisis de los libros de texto del tercer ciclo la educación general

básica. *Memoria de las V Jornadas Nacionales de Enseñanza de la Biología*, Misiones, Argentina, 167-171.

- Sánchez, G. y Valcárcel, M. V. (2000). ¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? Cambios y dificultades tras un programa de formación. *Enseñanza de las ciencias*, 18(3), 423-437.
- Vergara, D., Fernández, P. y Rubio, M.P. (2016). Metodología EPR reforzada con rúbricas de evaluación. *Actas del congreso virtual: avances en tecnologías, innovación y desafío de la educación superior ATIDES 2016*, Universidad Jaume I, Castellón de la Plana, España, 637-647.
- Vilches, A. y Gil, D. (2008). La sostenibilidad y el debate nuclear. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(1), 94-99.
- Wilson, P.M. y Wilson, J.R. (1992). Environmental influences on adolescent educational aspirations. A logistic transform model. *Youth & Society*, 24(1), 52-70.