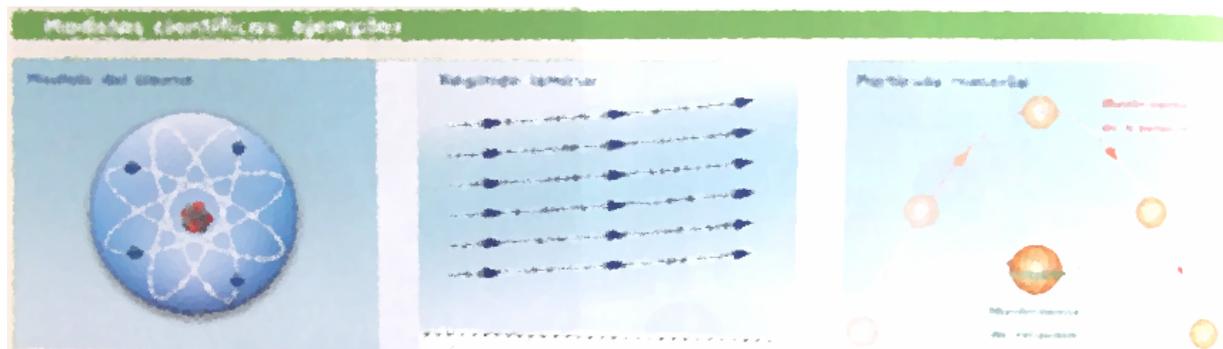


Trabajo Fin de Máster

¿Qué ciencia se introduce en los libros de texto de Educación Secundaria?

Autora: Margarita Ibáñez Ibáñez

Directoras: Pilar Jiménez Tejada y Carmen Romero López



Máster Universitario en Investigación e Innovación en Currículum y Formación.

Especialidad: Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Granada, Julio 2017



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Máster Universitario Investigación e
Innovación en Currículum y Formación



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**



UNIVERSIDAD DE GRANADA



**Máster Universitario Investigación e Innovación en
Currículum y Formación**

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

**¿Qué ciencia se introduce en los libros
de texto de Educación Secundaria?**

Agradecimientos

En primer lugar me gustaría agradecer a mis directoras, Pilar Jiménez y Carmen Romero, por su confianza desde el principio en este trabajo, por sus orientaciones para realizarlo, por su atención y disposición en todo momento y, sobre todo, por aguantarme. A Pilar le debo el haberme acercado a este mundo, el de la investigación educativa, pues hace ya dos años que con sus palabras logró abrirme la mente y despertar en mí un interés desconocido. A Carmen le agradezco sinceramente su entusiasmo y optimismo, tan necesarios en todo trabajo.

De igual manera, quiero dar las gracias a Javier Carrillo, siempre pendiente de informar a sus alumnos sobre las oportunidades disponibles. Sin él no habría conocido la existencia de este máster. Le agradezco también su afable saludo cada vez que me ve asomar por el departamento.

A Magda y Rafa del Colegio La Asunción, a Paqui del Colegio Sagrado Corazón, y a M^a Ángeles del IES Zaidín Vergeles, por haberme proporcionado el acceso a los libros de texto analizados en este trabajo. Y a los profesores del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, que validaron el protocolo de análisis.

A Mari Carmen, que a pesar de tener entre manos la finalización de su tesis, me ha escuchado día a día, dándome un apoyo inestimable. A Ana y Rocío de las que tampoco me ha faltado nunca su franco interés.

A mi abuelo, al que las diversas ocupaciones en estos meses me han impedido visitar con la frecuencia que merece.

Finalmente, no puedo dejar sin mencionar a José Antonio, Raquel, María, Nacho, Silvia, Gloria, Julia, Carolina, y a mi hermano Pablo, pues cada uno de ellos, de un modo u otro, ha aportado su granito de arena.

A todos, muchas gracias.

Resumen

Varias pseudociencias gozan de la aceptación o el seguimiento de parte de la población. Para combatir las creencias pseudocientíficas es necesario que los ciudadanos tengan una formación adecuada, que les permita distinguir ciencia de pseudociencia. Puesto que los libros de texto juegan un papel importante en la educación, se ha realizado un análisis de los mismos. El objetivo es caracterizar la visión de la naturaleza de la ciencia que se transmite en los temas introductorios de los libros de Biología y Geología y Física y Química de Educación Secundaria, y estudiar si aparecen ciertos conceptos. Para ello se han analizado tanto los contenidos teóricos como las actividades. El análisis revela que varios libros carecen de un tema de introducción a la ciencia. Entre aquellos que sí lo tienen, los resultados muestran tanto aspectos positivos como negativos con respecto a la imagen de ciencia que se promueve. Estos temas suelen tener como principal protagonista al método científico, y prestar una atención escasa a otros conceptos relevantes sobre la ciencia.

Palabras clave: Educación Secundaria, libros de texto, educación en ciencias, *naturaleza de la ciencia*, metodología científica.

Abstract

Several pseudosciences are accepted or followed by part of the population. It is necessary that citizens have an adequate education in order to distinguish between science and pseudoscience and combat the pseudoscientific beliefs. Given textbooks play an important role in education, an analysis has been carried out involving them. The objective is to characterize the vision of nature of science that is transmitted in the introductory lessons of Biology and Geology and Physics and Chemistry Secondary Education books, and to study if certain concepts appear. For this purpose both, theoretical contents and activities have been studied. The analysis reveals the lack of an introductory lesson in some books. Among those which do have it, the results show positive and negative aspects related to the image of science that is promoted. These lessons are usually focused on the scientific method paying little attention to other relevant concepts in science.

Keywords: Secondary Education, textbooks, science education, *nature of science*, scientific methodology.

Índice

1. Introducción.....	1
2. Marco teórico y justificación.....	1
2.1 ¿Qué diferencia a la ciencia de la pseudociencia?.....	1
2.2 ¿Por qué estudiar qué es la pseudociencia?.....	3
2.3 Y sobre la ciencia... ¿Qué falta por aprender?.....	4
2.4 Cómo enseñar sobre la naturaleza de la ciencia y sobre las pseudociencias.....	5
2.5 ¿Por qué analizar los libros de texto?.....	6
2.6 Vinculación curricular.....	7
3. Objetivos.....	8
4. Metodología.....	8
4.1 Descripción y uso del protocolo.....	9
5. Resultados y discusión.....	11
5.1 Existencia de un bloque de contenidos dedicado a la introducción a la ciencia... 11	
5.2 La ciencia y su naturaleza.....	13
5.3 Enfrentamiento pseudociencia versus ciencia.....	18
5.4 Descripción de la metodología científica.....	21
5.5 Presencia de modelos científicos.....	25
5.6 Evolución de la ciencia.....	26
5.7 Contribución de la mujer.....	27
5.8 Análisis de actividades.....	28
6. Conclusiones.....	31
7. Limitaciones y futuras líneas de investigación.....	32
8. Referencias.....	33
9. Anexos.....	38

Índice de tablas

Tabla 1. Existencia de un bloque de contenidos específicos.....	12
Tabla 2. Información sobre los libros con contenidos analizados.....	13
Tabla 3. Porcentaje de libros en los que aparece la ciencia.....	14
Tabla 4. Porcentaje de libros que presenta las características de la NdC.....	16
Tabla 5. Localización del enfrentamiento pseudociencia vs ciencia.....	20
Tabla 6. Descripción de la metodología científica.....	23
Tabla 7. Localización de la evolución de la ciencia.....	26
Tabla 8. Relación entre el número de actividades analizadas y el porcentaje de libros.....	28
Tabla 9. Porcentaje de actividades que trabajan cada contenido.....	28
Tabla 10. Porcentaje de actividades que se encuadra dentro de cada tipo.....	29
Tabla 11. Porcentaje de actividades, por asignatura, que se encuadra dentro de cada tipo....	29
Tabla 12. Tipo de actividades trabajadas en las secciones finales.....	30

Índice de figuras

Figura 1. Tarea de investigación. Biología y Geología, 1º ESO, 2016, Oxford.....	10
Figura 2. Actividad práctica. Física y Química, 3º ESO, 2016, Algaida.....	11
Figura 3. Proyecto de investigación desarrollado por el libro. Biología y Geología, 1º ESO, 2016, Algaida.....	12
Figura 4. Definición de ciencia. Física y Química, 2º ESO, 2016, Bruño.....	15
Figura 5. Descripción de ciencia. Física y Química, 3º ESO, 2015, Edebé.....	15
Figura 6. Características de la ciencia. Física y Química, 3º ESO, 2015, SM.....	17
Figura 7. Octava etapa del método científico. Física y Química, 3º ESO, 2015, Casals.....	18
Figura 8. Ejercicio resuelto. Física y Química, 4º ESO, 2016, Anaya.....	19
Figura 9. Portada. Física y Química, 3º ESO, 2015, McGrawHill Education.....	19
Figura 10. Ejercicio sobre pseudociencia. Biología y Geología, 1º ESO, 2016, Oxford.....	21
Figura 11. Desarrollo del método hipotético-deductivo. Física y Química, 3º ESO, 2016, Algaida.....	24
Figura 12. Modelos científicos. Física y Química, 3º ESO, 2016, Anaya.....	25

1. Introducción

La pseudociencia se considera una falsa ciencia que se aprovecha del vocabulario científico para hacerse pasar por ciencia y dar credibilidad y potestad a sus argumentos, como puede ocurrir con la astrología, el psicoanálisis, el diseño inteligente, la homeopatía, entre otros ejemplos (Armentia, 2002; Martin, 1994). El problema de las pseudociencias es que no son inofensivas, y sin embargo, están muy presentes en nuestra sociedad, siendo los medios de comunicación una importante vía de difusión de las mismas. Armentia (2002) advierte una categorización entre las pseudociencias atendiendo a su grado de peligrosidad, de este modo diferencia entre creencias normalmente inofensivas, como el horóscopo, que en el peor de los casos resultarán en una pérdida económica, y las que sitúa en el mayor grado de peligrosidad, las relacionadas con la salud. Precisamente la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) (2017) advierte de que el 52.7% de los españoles confía en la homeopatía, además, un tercio de los participantes en el eurobarómetro la clasifican como ciencia (Lundström y Jakobsson, 2009). Las conocidas como terapias naturales o alternativas pueden ser inofensivas cuando no se abandona la medicina tradicional, pero también pueden tener consecuencias graves, hasta la muerte, cuando un enfermo abandona o rechaza el tratamiento tradicional, por ejemplo una quimioterapia. Menos alarmante, pero mucho más extendida, es la publicidad engañosa tan frecuente en los productos de alimentación y cosmética, y que si bien no se puede considerar como una pseudociencia, sí que tiene cierto carácter pseudocientífico (López-Nicolás, 2016). Ante este panorama, el de una ciudadanía altamente expuesta al engaño, parece razonable investigar qué se hace y qué se puede hacer desde la enseñanza obligatoria.

2. Marco teórico y justificación

2.1 ¿Qué diferencia a la ciencia de la pseudociencia?

Durante muchos años se buscó un criterio de demarcación entre la ciencia y la pseudociencia, probablemente el más famoso sea el criterio de refutabilidad de Karl Popper. Sin embargo, esta búsqueda ha sido ya abandonada, pues no es posible establecer un único criterio que sea totalmente efectivo para distinguir la ciencia de lo que no lo es (Derksen, 1993). Así, lo que diferencia a la ciencia de la pseudociencia, son las características (en su conjunto) de cada una de ellas. Las características de la ciencia se agrupan bajo el concepto

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

de *naturaleza de la ciencia* (NdC en adelante) y, por semejanza, a las de la pseudociencia se las puede denominar como *naturaleza de la pseudociencia* (Good, 2012).

La concepción sobre cómo se caracteriza la ciencia ha ido variando a lo largo de los años, superándose la visión positivista, y alcanzándose una visión intermedia entre el positivismo y el relativismo (González-Galli, 2010). A continuación se exponen, primero, los principales puntos de la NdC en los que actualmente hay consenso (Lederman, citado en Vázquez y Manassero, 2012; McComas, 2005, citado en Vázquez y Manassero, 2012; Park, Nielsen y Woodruff, 2014). Después se exponen las características de la naturaleza de la pseudociencia según Derksen (1993) y Martin (1994).

La naturaleza de la ciencia:

- *La ciencia está basada en evidencia empírica.*
- *El método científico no es rígido y exclusivo. Existen diferentes métodos de investigación.*
- *La ciencia tiene un carácter tentativo. El conocimiento científico es provisional y auto-correctible.* La ciencia no es estática, ante nuevos descubrimientos el conocimiento aceptado puede sufrir cambios.
- *El conocimiento científico es parcialmente subjetivo. Además el conocimiento científico es también producto de la imaginación y la creatividad humana.* El conocimiento científico es una construcción del ser humano, cuya mente ya está cargada de teoría, por lo que sus planteamientos conllevan subjetividad; y la búsqueda de posibles explicaciones precisa imaginación.
- *El conocimiento científico se ve afectado por el marco sociocultural e histórico.*
- *La ciencia no puede contestar a todo, existen límites.* Ciertas cuestiones sociales, éticas o morales no tienen una solución científica (McComas, 1998).

Estas características resumen cómo funciona la ciencia, sin embargo, en torno a todas ellas existen varias ideas poco correctas que están muy extendidas, y que con frecuencia son transmitidas por los libros de texto (McComas, 1998). En la manera en que la metodología científica es usualmente descrita, se encuentran gran parte de esas visiones deformadas de la ciencia. El apelativo de *el método científico*, acompañado del artículo definido “el” lleva a la idea de que es único y exclusivo y a esto se suma el presentar unos pasos fijos y mecánicos que pueden reflejar una idea de objetividad (Woodcock, 2014). Otras de las ideas deformadas de la ciencia asociadas al método científico son: la visión de la experimentación como una

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

etapa crucial; y las relaciones hipótesis-ley-teoría, donde las hipótesis se convierten en leyes (no siempre es así), y las leyes en teorías o las teorías en leyes (McComas, 1998; McComas, 2003; Woodcock, 2014).

La naturaleza de la pseudociencia:

- *Sus afirmaciones carecen de evidencia, y quizá ya han sido refutadas.* Con frecuencia se basan en testimonios particulares.
- *Sus métodos de trabajo no son rigurosos.*
- *No siempre es posible someterlas a prueba.* Sus teorías se muestran como irrefutables, tienen una explicación para todo. Por ejemplo, en la teoría Freudiana si un paciente mostraba los sentimientos esperados por Freud, su teoría se reforzaba, y si no los mostraba, Freud alegaba que eran sentimientos reprimidos.
- *No se somete a autocrítica, y su cuerpo de conocimientos se presenta como definitivo e indiscutible. Es dogmático.* Sus practicantes divergen de la principal corriente científica, son intolerantes con la misma, y se aíslan de la comunidad científica.

Algunas de las fortalezas de la pseudociencia radican en su apariencia de ciencia — reclamo de autoridad del que se aprovechan—, en sus atractivas y extraordinarias afirmaciones y en su rápida difusión desde los medios de comunicación. Además, el efecto placebo podría convertirse en aliado de algunos medicamentos alternativos (Good, 2012).

2.2 ¿Por qué estudiar qué es la pseudociencia?

Diversos estudios avisan que no se encuentra una correlación entre un mayor conocimiento en ciencias y un mayor escepticismo frente a las pseudociencias (Johnson y Pigliucci, 2004; Lundström y Jakobsson, 2009). Por su parte, se encuentra muy poca evidencia de que un mayor conocimiento sobre la NdC suponga un mayor rechazo hacia la pseudociencia (Good, 2012). Por otro lado, la confianza en la medicina alternativa se da frecuentemente en personas con un buen nivel educativo (Losh y Nzewke, 2011; Uskola, 2016); por ejemplo, la homeopatía es más consumida entre las personas de clase alta (Uskola, 2016). Ante esta situación, se hace patente que la vía para reducir las creencias pseudocientíficas debería encaminarse directamente sobre la crítica a la pseudociencia. La cual puede aprovecharse también para comprender mejor la ciencia y su naturaleza (Good, 2012; Martin, 1994), pues se trata de las dos caras de una misma moneda. Allchin (2012) lo describe así “si el objetivo es enseñar ‘cómo funciona la ciencia’ (Board of Science

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

Education, 2011; OECD, 2009), parece igualmente importante enseñar, en algunas ocasiones, cómo no funciona. Imagine enseñar las leyes y su aplicación sin la delincuencia. O medicina sin enfermedad” (p.904).

2.3 Y sobre la ciencia... ¿qué falta por aprender?

La necesidad de estudiar ciencias no está en duda, y la enseñanza de conocimientos científicos es un hecho. Sin embargo, la atención prestada en los libros de texto a cómo se ha llegado a obtener esos conocimientos suele ser poca (Ocelli y Valeiras, 2013).

Ya se han descrito las características de la NdC que actualmente están aceptadas. Pero como se apuntó, esta visión es resultado de una evolución a lo largo de los años. Si bien la comunidad científica ha llegado a cierto consenso, el cambio de mentalidad en toda la población lleva siempre más tiempo, por lo que aún son frecuentes concepciones deformadas de la ciencia (Afonso y Gilbert, 2010; Guisasola y Morentin, 2007; Vílchez-González, Carrillo-Rosúa, Rodríguez-Sabiote y Jiménez-Tejada, 2015). La visión tradicional sobre la ciencia se resume en que esta sigue un método rígido de trabajo que la dota de objetividad para describir la realidad de manera certera, y que es llevada a cabo fundamentalmente por hombres. De este modo, se resume en dos puntos lo que falta por aprender: la NdC y la valoración del papel de la mujer. El primer punto es muy extenso, pero ya ha sido comentado en el epígrafe 2.1 y será tratado en más detalle a lo largo de todo el documento, por lo que a continuación se justifica solamente el segundo.

Históricamente, y por razones socioculturales, la contribución de la mujer a la ciencia ha sido menor que la del hombre. Sin embargo, esta diferencia no está aún anclada en el pasado. Es llamativo que, a pesar de que actualmente el número de mujeres universitarias es igual o superior al número de hombres universitarios, los estereotipos de género comienzan a aparecer a edades tempranas. En un estudio realizado por Bian, Leslie y Cimpian (2017) se observó que las niñas de seis años eran menos propicias, en comparación con los niños de su misma edad, a creer que los miembros de su mismo sexo eran muy inteligentes. Las mismas niñas a esa edad comenzaban a no elegir actividades que, según ellas, eran para personas muy inteligentes. Es lógico pensar que si a edades tempranas los estereotipos condicionan la elección de ciertas actividades en las chicas, también influirán en elecciones futuras que afecten al ámbito académico y profesional. Desde hace varias décadas se advierte que el sexo es una de las variables que más influye en la actitud hacia la ciencia. Así lo indicaba Gardner (1975) y así se aprecia en estudios más recientes como los del proyecto internacional ROSE (the Relevance of Science Education). En dicho proyecto se mostró que los chicos tienen una

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

actitud más positiva que las chicas hacia la ciencia escolar (Sjøberg y Schreiner, 2005; Chang, Yeung y Cheng, 2009; Vázquez y Manassero, 2009).

Aunque según la última Encuesta de Percepción Social de la Ciencia, realizada por la FECYT (2017), el interés de las mujeres por la ciencia ha aumentado en un 38,4% entre 2014 y 2016, este sigue siendo menor que el de los hombres. Es indudable que desde las aulas es necesario diseñar e implementar propuestas en las que se vea la contribución de las mujeres a la ciencia, pero también en las que se tengan en cuenta los centros de interés de las alumnas.

Afortunadamente la legislación educativa no es ajena a esta necesidad, pues la Orden de 14 de julio de 2016 por la que se desarrolla el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía marca como elemento transversal el fomento de la igualdad, y más específicamente dice: "... el reconocimiento de la contribución de ambos sexos al desarrollo de nuestra sociedad y al conocimiento acumulado por la humanidad..." (BOJA nº 144 de 28/07/2016, p.110).

2.4 Cómo enseñar sobre la naturaleza de la ciencia y sobre las pseudociencias

De modo general, se recomienda que tanto la enseñanza de la NdC como el fomento del escepticismo a la pseudociencia se haga de manera explícita y reflexiva, pues varias investigaciones sugieren que los resultados son mejores bajo este enfoque (Acevedo, 2009; Khishfe y Abd-El-Khalick, 2002). Partiendo de ahí, se desarrollan a continuación algunas ideas para su enseñanza.

Modelos científicos, evolución e historia de la ciencia

Los modelos científicos juegan un papel muy importante en la construcción del conocimiento, y son una evidencia de esa creatividad que se necesita en la ciencia. También pueden ser una prueba de la provisionalidad de la misma, pues no representan un conocimiento absoluto y definitivo. Por tal razón trabajarlos en el aula puede mejorar las posibles concepciones deformadas de los alumnos sobre esos aspectos (creatividad, provisionalidad, cuerpo inacabado de conocimientos). Además, la necesidad de hacer un uso reflexivo de los mismos en el aula ya ha sido puesta de manifiesto por Galagovski y Adúriz-Bravo (2001) y por Oliva, Aragón-Méndez, Jiménez-Tenorio y Aragón-Núñez (2016), e implementada por Oliva (2011). Por su parte, la historia y evolución de la ciencia pueden ser igualmente útiles. Analizar reflexivamente el proceso de cómo los primeros conocimientos que se tuvieron sobre un determinado fenómeno se fueron ampliando o modificando hasta los actuales puede ayudar a los alumnos a comprender mejor cómo se construye la ciencia

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

(evidencias, imaginación, creatividad), cómo los conocimientos aceptados han ido variando (provisionalidad), y cómo ha influido en cada momento el marco sociocultural correspondiente. Además, mostrar cómo se alcanzaron diferentes conocimientos puede utilizarse como prueba de la diversidad metodológica; por ejemplo, Darwin no usó experimentación. Así, el uso de la historia de la ciencia como recurso para enseñar la NdC ha sido ya propuesto por varios autores (Allchin, 2012; McComas, 2008; Monk y Osborne, 1997; Solbes y Traver, 2001). Finalmente, se puede resaltar el valor de aquellas mujeres que a lo largo de la historia consiguieron abrirse un hueco en un mundo de hombres, aprovechando esta temática para ahondar nuevamente en la influencia del marco sociocultural.

Pseudociencia

Para que la población pueda desarrollar una actitud escéptica hacia la pseudociencia, necesita no solo saber que existe, sino ser consciente de sus riesgos y tener un pensamiento crítico. Para ello la argumentación y la discusión entre compañeros se han mostrado como herramientas eficaces (Çetinkaya, Turgut y Duru, 2015; Tsai, Lin, Shih, y Wu, 2015; Yu y Yore, 2013). En este sentido Tsai et al. (2015) presentaron en un foro de discusión online unos textos breves sobre temáticas pseudocientíficas, y como punto de partida de la discusión dos posibles respuestas, para que cada participante se posicionara y argumentara sobre su elección.

Martin (1994) propone varias ideas para abordar estos contenidos en clase, tales como: examinar casos históricos de pseudociencia comparándolos con casos de ciencia real, comparar trabajos actuales de ciencia y pseudociencia (preferiblemente sobre el mismo tema) y observar las diferencias metodológicas, comprobar experimentalmente algunas afirmaciones, llevar a clase ejemplos de anuncios de carácter pseudocientífico, contrastar las teorías pseudocientíficas con las realmente aceptadas, o examinar la capacidad de los estudiantes para reconocer algún caso de pseudociencia que no haya sido tratado en clase y para justificar su decisión.

2.5 ¿Por qué analizar los libros de texto?

Los libros de texto son una herramienta muy usada en el aula (Ocelli y Valeiras, 2013), por lo que debe ser de interés conocer qué es lo que aparece en ellos sobre los temas anteriormente presentados, qué ideas transmiten sobre los mismos y si siguen o no las recomendaciones expuestas. Para comprobarlo, analizarlos es la mejor opción. Además cabe

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

también mencionar que a pesar de que los libros de texto repercuten directamente sobre la educación, estos no están desprovistos de errores, pudiendo actuar como transmisores de concepciones no del todo ciertas. Específicamente es usual que transmitan ideas deformadas de la NdC (McComas, 1998). Este hecho cobra aún más importancia si se toma en cuenta que no sólo los alumnos aprenden de los libros, sino que, con frecuencia, los profesores también aprenden de los mismos (Ocelli y Valeiras, 2013).

Por otro lado, junto con el currículum oficial, los libros de texto se convierten en la guía de contenidos a seguir a lo largo del curso. Por todo esto, se hace necesario revisar los textos con el fin de detectar las posibles deficiencias, ponerlas de manifiesto para que puedan ser solventadas, y exponer al mismo tiempo algunas sugerencias de mejora.

2.6 Vinculación curricular

Antes de revisar los libros de texto es necesario averiguar qué planteamiento hace el currículum de los contenidos a investigar. La ciencia, su funcionamiento y sus características, y el fomento del escepticismo hacia la pseudociencia, tienen relación con los siguientes bloques de contenidos del currículum oficial (MECD, 2014, p.205, p.258 y p.263):

Biología y Geología. 1º y 3º ESO

Bloque 1. Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica.

Contenidos: La metodología científica. Características básicas.

Física y Química. 2º y 3º ESO

Bloque 1. La actividad científica.

Contenidos: El método científico: sus etapas.

Física y Química. 4º ESO

Bloque 1. La actividad científica.

Contenidos: La investigación científica.

3. Objetivos

Según lo expuesto, el análisis de libros de texto que se presenta persigue los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Caracterizar la visión de la naturaleza de la ciencia que se promueve en los temas de introducción a la ciencia de los libros de texto de Educación Secundaria, tanto en los contenidos teóricos como en las actividades.

Objetivos específicos:

1. Comprobar si las definiciones o descripciones de ciencia que aparecen son acordes con la visión actual de la naturaleza de la ciencia.
2. Determinar si se diferencia entre ciencia y pseudociencia.
3. Averiguar cómo se describe la metodología científica.
4. Corroborar la presencia de modelos científicos.
5. Estudiar si está presente la evolución de la ciencia.
6. Verificar si en los bloques de introducción a la ciencia aparece la contribución de la mujer.

4. Metodología

Se ha analizado un total de 31 libros de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), 15 de Biología y Geología y 16 de Física y Química, distribuidos del siguiente modo:

- Biología y Geología: 8 de 1º de ESO, 6 de 3º de ESO, y 1 de 4º de ESO.
- Física y Química: 3 de 2º de ESO, 11 de 3º de ESO, y 2 de 4º de ESO.

Todos ellos están editados entre 2015 y 2016 y deben seguir la última ley de educación, la Ley Orgánica de Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) (anexo 1).

El análisis de los libros de texto ha seguido una metodología cuantitativa de carácter descriptivo complementada con un análisis cualitativo de definiciones y descripciones. Previamente se diseñó un protocolo de revisión de los libros que fue validado por profesores del departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada (anexo 2). Para la elaboración del protocolo se revisaron primero varios libros de Educación Secundaria y se dio forma a los planteamientos existentes sobre los objetivos del análisis y cómo lograrlos. Tras la validación se incluyeron las mejoras propuestas, y durante el análisis

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

también se incorporaron mínimas modificaciones para recoger algunos aspectos de interés. Por otra parte, para el establecimiento y redacción de las características de la NdC (ítem 2) se siguieron las descripciones de Lederman (citado en Vázquez y Manassero, 2012), McComas (2005, citado en Vázquez y Manassero, 2012) y Park et al. (2014). Para el análisis de actividades se modificó y amplió la clasificación de Koch y Eckstein (1991, citado en Campanario, 2001) tras hacer una revisión previa de las mismas y ver lo que se solicitaba al estudiante. Con los datos obtenidos se hizo un análisis de distribución de frecuencias.

4.1 Descripción y uso del protocolo

A continuación se describen solo aquellos ítem que, por matices en el criterio de análisis, no pueden interpretarse literalmente del protocolo.

1. *Existe un bloque de contenidos dedicado a la introducción a la ciencia.* Se ha marcado la opción “b) Parte de un tema”, cuando en un mismo tema se incluían otros contenidos, por ejemplo: “La medida” en el libro de Física y Química de 3º de ESO de Algaida. Se ha marcado la opción “c) Tema completo”, cuando todos los contenidos eran generales de introducción a la ciencia o al trabajo científico.

En aquellos casos clasificados como “parte de un tema” solo se han analizado las actividades relativas a los contenidos investigados, mientras que en aquellos clasificados como “tema completo”, se han analizado todas las actividades del tema.

2. *Definición o descripción de ciencia.* Se ha marcado una opción u otra según apareciera el término ciencia definido o descrito, y en el último caso aún cuando no se nombrase expresamente dicho término. Por ejemplo: “El conocimiento científico surge de la necesidad de dar respuesta a un problema basado en hechos, o fenómenos, a los que se quiere dar explicación.” (Física y Química, 3º ESO, 2016, Anaya).

5. *Presencia de modelo/s científico/s.* Se ha marcado “SÍ” solo cuando aparecen asociados a la necesidad que tiene la ciencia de ellos. Por ejemplo: “Si los fenómenos estudiados son complejos, puede ser necesario recurrir a un modelo, que es una representación simplificada de la realidad.” (Física y Química, 3º ESO, 2015, Bruño). No se consideraba el “SÍ” cuando aparecía un modelo a modo de ejemplo por razones diferentes; en ese caso se ha marcado “SÍ” en el apartado “ejemplo de modelo científico”, por ejemplo: “La ciencia está en continua revisión. Por ejemplo, el primer modelo aceptado de universo...” (Física y Química, 3º ESO, 2015, SM).

6. *Muestra la evolución.* Se ha marcado “NO” cuando sencillamente se decía que la ciencia está en revisión y “SÍ” solo cuando se mostraba con casos concretos como en el

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

siguiente ejemplo: “el primer modelo aceptado de universo,...., suponía que la Tierra estaba en el centro,...., Después de siglos de vigencia, cuando surgieron interrogantes difíciles de justificar, Copérnico propuso un nuevo modelo con el Sol en el centro...” (Física y Química, 3º ESO, 2015, SM).

8. *Clasificación de las actividades.* Una misma actividad puede estar en más de una categoría simultáneamente. Por este motivo la suma de los porcentajes puede superar el 100%.

Se ha dedicado atención aparte a aquellas actividades que requieren del estudiante realizar una investigación o una práctica. Estas aparecen con frecuencia al final de los temas como secciones diferentes, por lo que las llamaremos de ahora en adelante secciones finales. En estos casos se ha considerado a dicha sección como una actividad, aunque en ella puede haber varios apartados que hay que superar para lograr lo que se pide (figuras 1 y 2). En ninguno de los casos hay relación a nivel teórico con los contenidos analizados, por lo que no se presenta clasificación por contenidos.

The image shows a worksheet titled "TAREA DE INVESTIGACIÓN" with a green header. The main question is "¿Están vivas las alubias?". It includes an objective, two main sections: "1. Investiga" with five sub-questions (a-e) and "2. Elabora" with instructions for writing a scientific article. A "Pautas de resolución" section provides steps for information search, organization, and verification. An "AUTOEVALUACIÓN" section at the bottom has a progress bar and four self-reflection questions. An image of a bowl of beans is on the right.

TAREA DE INVESTIGACIÓN

¿Están vivas las alubias?

El objetivo de esta tarea es poner en práctica lo que has aprendido en esta unidad sobre el trabajo científico y cómo se realiza un proyecto de investigación. Completarás tu investigación sobre la germinación de las alubias y presentarás tus resultados en un artículo científico.

1. Investiga

- ¿Las alubias son semillas muertas o vivas?
- ¿Por qué las alubias no germinan en el envase?
- ¿Qué necesita una semilla para germinar?
- ¿Podría germinar una semilla de alubia en nuestro sistema digestivo?
- ¿Obtendrás el mismo resultado si siembras cualquier otra legumbre?

2. Elabora

Para presentar los resultados de tus investigaciones, tendrás que elaborar un artículo científico:

- Revisa la estructura del artículo científico detallada en la unidad.
- Ordena la información antes de seleccionar los contenidos principales que incluirás en el artículo. Para ello, realiza un esquema.
- Recuerda anotar las palabras clave: por ejemplo, germinación, semilla, etc.
- Redacta la información que quieras utilizar en cada apartado y selecciona las imágenes, las tablas y las gráficas adecuadas.
- En el apartado de conclusiones, no olvides hacer una reflexión sobre la hipótesis de trabajo.
- Cita la bibliografía utilizada al final del artículo.

Pautas de resolución

Para realizar la investigación debes seguir una serie de pasos:

Busqueda de información

- Busca los factores que facilitan la germinación de las semillas.
- Investiga sobre la época más favorable para la germinación y crecimiento de las alubias.
- No te fíes de una sola fuente de información.
- Anota en la bibliografía todas las fuentes que has consultado.

Organización de la información

- Diseña el experimento antes de realizarlo.
- Elabora tablas y gráficas para interpretar los resultados.
- Responde por escrito a las preguntas planteadas en el apartado *Investiga*.

Obtención de conclusiones y verificación

- Comprueba que las respuestas que das se repiten en varias fuentes.
- Repasa el artículo una vez terminado, para comprobar que está completo y es coherente.

AUTOEVALUACIÓN

A la vista de lo investigado, evalúa tu trabajo respondiendo también a estas cuestiones:

- ¿Has podido responder a todas las preguntas del apartado *Investiga*?
- ¿Has necesitado ayuda para diseñar y llevar a cabo el experimento? ¿Y para buscar la información?
- ¿Has incluido en el artículo todos los apartados descritos en la página 19?
- Valora tu artículo puntuándolo del 1 al 5, teniendo en cuenta que 1 corresponde a un resultado insuficiente y 5 indica que se han cumplido totalmente los objetivos.

Figura 1. Tarea de investigación. Biología y Geología, 1º ESO, 2016, Oxford.

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

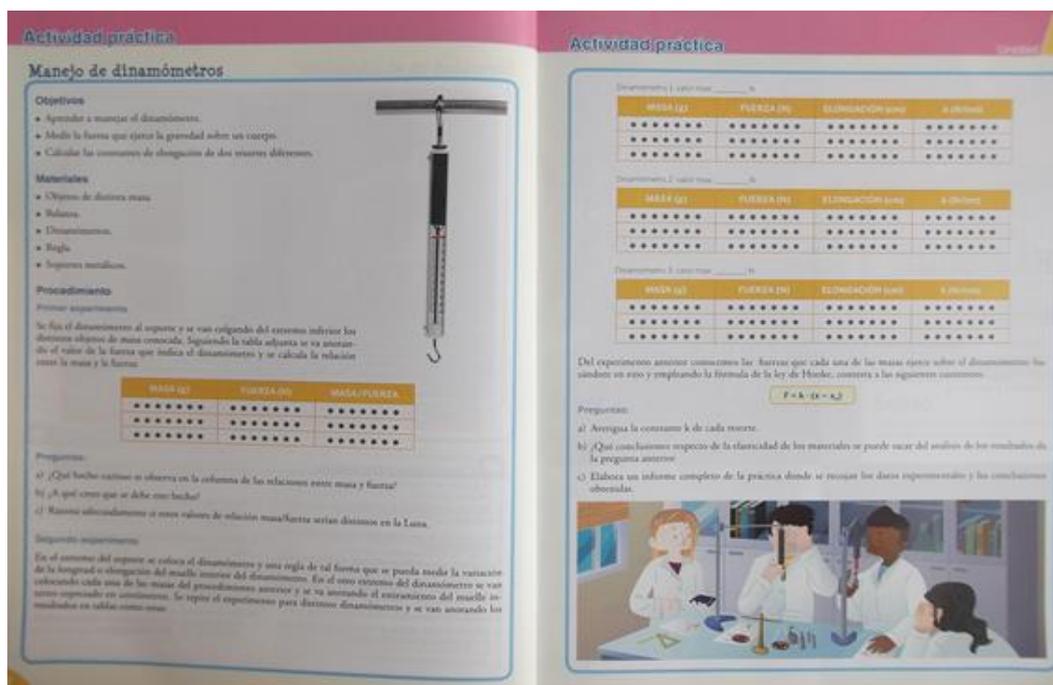


Figura 2. Actividad práctica. Física y Química, 3º ESO, 2016, Algaída.

5. Resultados y discusión

Para evitar posibles confusiones en la lectura de los resultados, se ha decidido indicar siempre el “n”, siendo este el número total de libros al que se refiere el porcentaje que lo antecede.

5.1 Existencia de un bloque de contenidos dedicado a la introducción a la ciencia

Aunque más de la mitad de los libros tienen un bloque de introducción a la ciencia (tabla 1), en algunos de los que no existe dicho bloque hay propuestas relacionadas con la investigación y su metodología. Su presentación y frecuencia varía en función de la editorial. Podemos encontrar desde proyectos guiados para desarrollar por el alumno hasta proyectos a modo de ejemplo desarrollados completamente por el libro (figura 3), o proyectos que incluyen una introducción teórica sobre el método científico o los pasos de una investigación, etc. Se presume que estos proyectos de investigación pueden responder al último bloque de contenidos del currículum oficial de Biología y Geología: “B7. Proyecto de investigación” en 1º y 3º de ESO y “B4. Proyecto de investigación” en 4º de ESO (MECD, 2014, p.210 y p.213).

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

Tabla 1. Existencia de un bloque de contenidos específicos

Existencia de un bloque de contenidos dedicado a la introducción a la ciencia (n=31)			
SÍ		NO	
65%		35%	
Tipo de sección del bloque introductorio (n=20)			
Apéndice	Parte de un tema	Tema completo	Otros
5%	70%	25%	0%

*Para más información, en la lista de libros (anexo 1) se han sombreado los 20 en los que se han analizado contenidos.

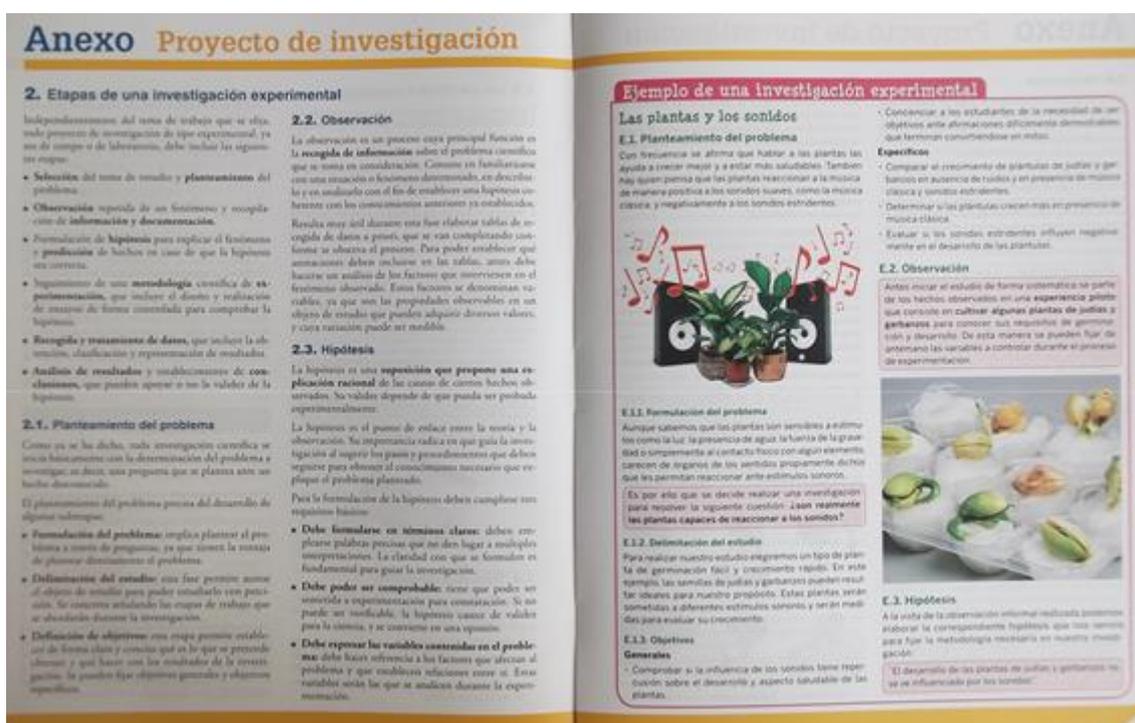


Figura 3. Proyecto de investigación desarrollado por el libro. Biología y Geología, 1º ESO, 2016, Algaída.

Estos resultados no nos parecen adecuados, pues el Real Decreto 1105/2014 fija como primer bloque la metodología o actividad científica en todos los cursos, tanto en la asignatura de Biología y Geología (excepto para 4º de ESO) como en la de Física y Química. Aunque en el Real Decreto aparecen juntos los contenidos de Biología y Geología de 1º y 3º de ESO, y los de Física y Química de 2º y 3º, la Orden de 14 de julio de 2016 (BOJA nº 144 de 28/07/2016) mantiene en todos los casos este primer bloque.

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

Los contenidos analizados no reciben la misma atención en las dos asignaturas (tabla 2). Es posible que algunas editoriales hayan decidido no repetir contenidos en ambas, optando por ponerlos en los de Física y Química. Quizá esta decisión sea una reminiscencia de las dificultades que tuvo la Biología para ser considerada como otra disciplina científica (Bermúdez, 2015).

Tabla 2. Información sobre los libros con contenidos analizados

Desglose detallado de los 20 libros que presentan bloque de contenidos específicos					
Asignatura	Curso	Nº de libros	Nº desglosado según tipo de sección		
			T.completo	P.tema	Apéndice
Biología y Geología	1º	4	3	0	1
Biología y Geología	3º	1	1	0	0
Física y Química	2º	2	1	1	0
Física y Química	3º	11	0	11	0
Física y Química	4º	2	0	2	0

Notas: En la tabla se desglosa, por asignatura y curso, la situación en que aparecen los bloques de contenidos de introducción a la ciencia. T.completo = tema completo. P.tema = parte de un tema.

En los libros en que los contenidos se presentan como parte de un tema, el resto son sobre magnitud y medida. En el de Biología y Geología de 1º de ESO de SM aparece como apéndice final con una serie de cómics históricos titulados “Locos por la ciencia”.

Estos contenidos de introducción a la ciencia ocupan entre un 2.1% y un 9.4% del total del libro, 4.3% de media, apareciendo dicho tema en primer lugar, excepto en el libro de Biología y Geología de 1º de ESO de Bruño donde se corresponde con el último tema. En los libros de Anaya este tema aparece sin numerar y con las páginas de color diferente al resto del libro. Algo similar sucede con el libro de Edelvives de Biología y Geología de 1º de ESO, donde el tema aparece como “Unidad cero”. Quizá esa diferencia de formato se deba a que son contenidos generales que puede ser necesario consultar a lo largo del curso.

5.2 La ciencia y su naturaleza

A pesar de que definir la ciencia es complicado, nos parece apropiado que los libros de ciencias comiencen haciendo una descripción o nombrando algunas de sus características. Sin embargo, llama la atención el número de libros que no cuenta con esta información o que lo hace de forma muy somera (tabla 3). Mientras que en algunos aparece una definición y una

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

descripción, en un 25% (n=20) no se encuentra ni la una ni la otra. Cuando aparece se sitúa normalmente en el cuerpo del texto y, a veces, de manera simultánea en otras localizaciones. En dos casos aparece solo en la portada del tema y en otro se sitúa en un recuadro de los márgenes y como contraposición de pseudociencia. Creemos que la localización en la portada no es lo más acertado porque quizá a esta página no se le preste atención. Lo idóneo sería dedicar un tema, o al menos una parte de él, a tratar la NdC.

Tabla 3. Porcentaje de libros en los que aparece la ciencia

Concepto de ciencia (n=20)		
Definición	SÍ	NO
	30%	70%
<u>Desglose según localización</u>		
En el cuerpo del texto y encuadrada		20%
En el cuerpo del texto sin encuadrar		10%
Descripción	SÍ	NO
	70%	35%
<u>Desglose según localización</u>		
En el cuerpo del texto sin encuadrar		55%
Otras		15%

En estas descripciones o definiciones a lo que más se alude es al hecho de explicar, conocer o estudiar los fenómenos naturales y/o el mundo que nos rodea (figuras 4 y 5). Frecuentemente se menciona la necesidad de utilizar un método de trabajo adecuado para llegar a esas respuestas. Dicha forma de trabajo, según se puede extraer de los textos, caracterizaría y diferenciaría el conocimiento científico de aquello que no lo es. Los libros de Física y Química de 2º y 3º de ESO de Anaya describen el conocimiento científico como “una construcción del ser humano”. Creemos apropiada esa descripción, pues lleva asociada la idea de que la ciencia no puede ser completamente objetiva.

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

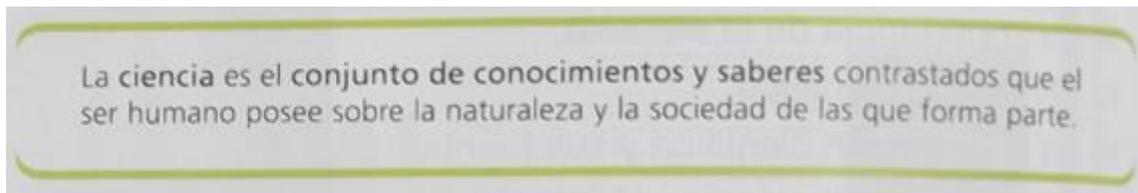


Figura 4. Definición de ciencia. Física y Química, 2º ESO, 2016, Bruño.

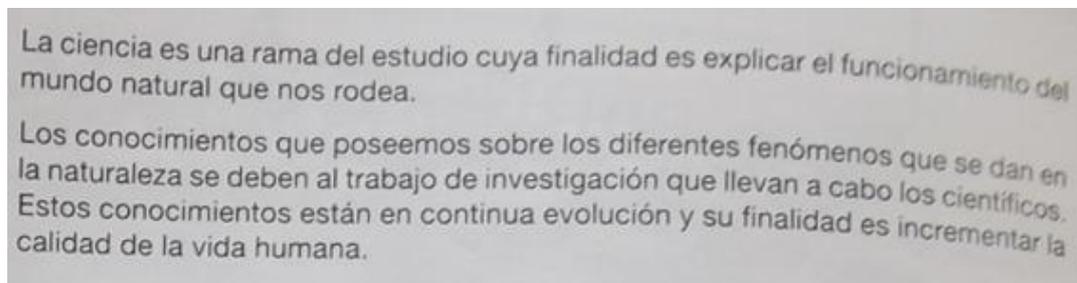


Figura 5. Descripción de ciencia. Física y Química, 3º ESO, 2015, Edebé.

Respecto a las características de la NdC, un 15% (n=20) de los libros contradice la idea de que el método científico no es exclusivo y un libro contradice la idea de que el conocimiento científico es parcialmente subjetivo. No obstante, se debe destacar la existencia de pequeñas referencias en los libros de texto (tabla 4) que apoyan la visión actual de la NdC (Lederman, citado en Vázquez y Manassero, 2012; McComas, 2005, citado en Vázquez y Manassero, 2012; Park et al., 2014). Sin duda, que los libros de texto transmitan estas ideas, será beneficioso para alcanzar una visión más constructivista de la NdC por parte del alumnado (Acevedo-Díaz, Vázquez-Alonso, Manassero-Mas y Acevedo-Romero, 2007). Pero ante la baja aparición de varias de las características de la ciencia, y las matizaciones que se harán en el epígrafe 5.4 sobre los que muestran la diversidad metodológica, consideramos que el contenido a este respecto es aún insuficiente. Esto podría contribuir a que los actuales alumnos de la ESO acaben sus estudios con concepciones sobre la ciencia intermedias entre la visión tradicional y la constructivista, como ya lo han observado Vélchez-González et al. (2015) en estudiantes del grado de Educación Primaria.

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

Tabla 4. Porcentaje de libros que presenta las características de la NdC

Características de la NdC	Libros que la incluyen (n=20)	Ejemplos
Basada en evidencia empírica	25%	“Se basa en pruebas; nunca se puede basar en creencias, intuiciones o suposiciones.” (Física y Química, 2º ESO, 2016, Anaya)
Diversidad metodológica	50%	“Cada problema necesita ser tratado de una manera distinta, y no existe un método previamente establecido para resolverlo.” (Física y Química, 4º ESO, 2016, Edelvives)
Tentativa. Provisional y auto-correctible	65%	“La ciencia está en continuo avance y construcción... Basta con que se descubra u observe algo que contradiga la hipótesis aceptada para que esta deba ser reconsiderada o rechazada.” (Física y Química, 3º ESO, 2016, Bruño)
Parcialmente subjetiva. Creativa	45%	“La observación de la naturaleza no es objetiva, ya que depende de las teorías que conozca y sostenga el observador.” (Física y Química, 3º ESO, 2015, SM)
Afectada por el marco sociocultural	15%	“La ciencia no es neutra... ‘solo el 10% de la investigación médica se dedica a los males que causan el 90% de las muertes’. Desde 1976 se conoce la gravedad el Ébola, pero, al ser sus víctimas...” (Física y Química, 3º ESO, 2015, SM)
Con límites	15%	“La ciencia solo puede estudiar aquello que puede medir y observar... Pero no puede establecer juicios de valor subjetivos...” (Biología y Geología, 3º ESO, 2015, Bruño)

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

Es también preciso mencionar que tan solo el 25% (n=20) de los libros presenta alguna de estas ideas como un contenido explícito al describir qué caracteriza a la ciencia (figura 6). En el resto de casos aparecen asociados con algún otro contenido, frecuentemente con las “etapas del método científico” (figura 7). En cualquier caso, sería aconsejable que todos los libros mostrasen las características de la NdC en las que existe consenso (Acevedo-Díaz et al., 2007). Por ello estamos de acuerdo con Manassero y Vázquez (1999) en que la NdC debería formar parte del currículo de manera explícita.

1 ¿Qué se entiende por ciencia?

“La ciencia no nos habla de la naturaleza, nos ofrece respuestas a nuestras preguntas sobre la naturaleza” (W. Heisenberg, premio nobel de física en 1932).

La ciencia trata de describir y explicar el comportamiento del mundo natural. Pero la ciencia no representa la realidad, sino que interpreta la realidad con métodos propios que la caracterizan.

El conjunto de conocimientos obtenido por la ciencia está en continua revisión y evoluciona según los intereses de la sociedad. A su vez, estos conocimientos tienen una gran incidencia sobre la propia sociedad. La física y la química son partes de la ciencia que aportan conocimientos sobre el mundo natural.

INTERPRETA

La ciencia no es neutra

Por ejemplo, “solo el 10 % de la investigación médica se dedica a los males que causan el 90 % de las muertes”. Desde 1976 se conoce la gravedad del virus del Ébola, pero, al ser sus víctimas de países subdesarrollados con una economía pobre, las compañías farmacéuticas no tenían incentivos para obtener una vacuna. Solo ahora, cuando el ébola tiene una proyección mundial y puede generar beneficios, se está investigando en busca de la vacuna.

La ciencia no es un cuerpo acabado de conocimientos

Por ejemplo, actualmente hay evidencias del movimiento anómalo de ciertas galaxias y del aumento en la velocidad de expansión del universo. Los hechos anteriores llevan a presuponer la existencia de materia oscura en el universo, cuya naturaleza aún se desconoce, aunque se cree que es mucho más abundante que la conocida, y también de energía oscura en una gran proporción. En la interpretación del universo queda aún mucho recorrido.

La ciencia está en continua revisión

Por ejemplo, el primer modelo aceptado de universo, el de Ptolomeo del siglo II d. C., suponía que la Tierra estaba en el centro, y el Sol, los demás planetas y las estrellas, girando alrededor. Después de siglos de vigencia, cuando surgieron interrogantes difíciles de justificar, Copérnico propuso un nuevo modelo con el Sol en el centro del universo, que se impuso por su mayor poder explicativo. Hoy se sabe que el sistema solar es solo una pequeña parte del universo.

Figura 6. Características de la ciencia. Física y Química, 3º ESO, 2015, SM (proyecto Savia).



Figura 7. Octava etapa del método científico. Física y Química, 3º ESO, 2015, Casals.

Sobre la atención que se da a estos contenidos en las actividades, se encuentra que el 60% (n=20) no contiene ninguna actividad que los trabaje, y en los que sí aparece no son más de 3 actividades. Esto nos hace pensar en la clara falta de reflexión sobre la ciencia, sobre la que otros autores ya han advertido (Guisasola y Morentin, 2007).

5.3 Enfrentamiento pseudociencia versus ciencia

El 50% (n=20) de los libros enfrenta la ciencia a la pseudociencia. De estos, el 80% (n=10) utiliza ese término o el de falsa ciencia y aporta ejemplos. Por lo general la pseudociencia aparece descrita como aquello que se hace pasar por ciencia pero sin serlo, pues no cumple con las bases o métodos que caracterizarían a la ciencia. Por ejemplo dicen: “sin base experimental o racional o científica” o “sin cumplir los requisitos para ser científicas” (Biología y Geología, 1º y 3º ESO, 2015, Bruño) o “mal uso del método científico” (Física y Química, 3º ESO, 2016, Algaida). Aunque esta descripción nos parece correcta, sería conveniente que fuera más extensa, apoyándose en ejemplos concretos. En el 20% (n=10) que no usa el término *pseudociencia*, aparece como un ejercicio resuelto (figura 8) o como la introducción de la portada al tema (figura 9). Solo el 30% (n=10) ofrece algún ejemplo relacionado con la salud, a pesar de la repercusión social que ésta tiene.

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

Ejercicio resuelto

1 En una página web puedes leer el siguiente texto. ¿Se trata de conocimiento científico?

«La ley de la atracción es la creencia de que los pensamientos influyen sobre las vidas de las personas, argumentando que son unidades energéticas que devolverán a la persona una onda similar.

Según los partidarios de dicha ley, los pensamientos que una persona posee provocan las emociones, las creencias y las consecuencias. A este proceso se lo describe como vibraciones armoniosas de la ley de la atracción.

Algunos seguidores de esta creencia afirman que la ley de la atracción es una ley del universo, dado que se aplica siempre a todos los seres, sin excepción, y no es algo que una persona pueda elegir si lo aplica o no».

Adaptado de:
https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_la_atracción

Aunque en el texto se utilicen términos científicos (como *ley*, *unidades energéticas*, *onda* o *vibraciones*), su contenido no se puede calificar de conocimiento científico.

Para poder afirmar esto, basta con comprobar que no posee sus características. Si bien puede haber quien defienda que, de algún modo, es contrastable con la realidad, o que está basado en pruebas («sus» pruebas, dotadas de una alta carga de subjetividad), en ningún caso este conocimiento puede ser reproducible, pues no siempre se obtendrán los mismos resultados.

Además, en el último párrafo se afirma que esta «ley» es una creencia (lo que se considera cierto sin conocerlo de manera directa o sin que esté comprobado). En definitiva, las afirmaciones que se hacen no son demostrables experimentalmente.

En muchos de los mensajes que recibes en tu vida cotidiana, para dotarlos de autoridad, se utiliza terminología científica. Pero no por ello, como acabas de comprobar, son científicos.

Figura 8. Ejercicio resuelto. Física y Química, 4º ESO, 2016, Anaya.

Seguro que has oído que tal día llegará el fin del mundo porque la Tierra va a chocar con un meteorito, que habrá un superterremoto que partirá la Tierra por la mitad, que podemos conseguir energía infinita de la nada o que bebiendo agua de mar se nos curan todos los males. Es probable que oigas que tal argumento lo ha dicho un científico, aunque no sepamos especialista en qué universidad, pero solo por eso tiene veracidad.

En muchas ocasiones la noticia es la interpretación errónea de un periodista de la noticia original, otras veces es una sutil manipulación para conseguir que el público crea en algo que a alguien le interesa, y el resto suelen ser personas bien intencionadas que creen saber algo que los demás no conocen y desean transmitirlo.

En cualquier circunstancia, tú, como ciudadano, debes acercarte a estas informaciones con espíritu crítico, sin afirmar algo solo porque aparezca en Internet, en la televisión o en una revista. ¿Cómo puedes conseguirlo? Es fácil. Solo necesitas tres cosas: debes aprender a informarte en lugares fiables, debes conocer algo de ciencia básica y, sobre todo, debes aprender a pensar por ti mismo. Como dijo Voltaire (1694-1778):

La ignorancia afirma o niega rotundamente, la ciencia duda.

Figura 9. Portada. Física y Química, 3º ESO, 2015, McGrawHill Education.

La posición de los contenidos en el texto nos da una idea de la relevancia que se le da a los mismos. En este caso (tabla 5) pocos le dan un lugar importante —en el cuerpo del texto—, primando localizaciones que podrían ser consideradas por el alumnado como poco relevantes, salvo que el profesor indique lo contrario.

Tabla 5. Localización del enfrentamiento pseudociencia vs ciencia

Localización del enfrentamiento pseudociencia vs ciencia (n=10)	
En el cuerpo del texto y con la definición encuadrada	10%
Tanto en el cuerpo del texto como en los márgenes y encuadrado	10%
En el cuerpo del texto	10%
En los márgenes y encuadrado	50%
Otras	20%

Enseñar al alumnado qué es la pseudociencia debería ser relevante, puesto que vivimos en un mundo donde recibimos diariamente un “exceso” de información y solo un mayor conocimiento sobre la ciencia no implica un aumento en el escepticismo frente a la pseudociencia (Johnson y Pigliucci, 2004; Lundström y Jakobsson, 2009). Sin embargo, la cantidad de libros que habla sobre la pseudociencia apenas roza la mitad, y se hace de forma somera. También nos gustaría remarcar la importancia de dar ejemplos relacionados con la salud. El uso inadecuado de ciertos productos o el seguimiento de ciertas terapias puede derivar en riesgos para la misma, por lo que se debería potenciar en el alumnado una actitud crítica. Esto tiene mayor sentido en el caso de los libros de biología y geología en los que se tratan contenidos sobre salud.

A excepción de uno, en los libros en que aparece este enfrentamiento hay al menos una actividad sobre ello. Este hecho puede compensar algo la posible falta de atención sobre contenidos situados en los márgenes. No obstante, creemos que los ejercicios deberían ser algo más complejos, dirigiéndose, por ejemplo, a analizar e investigar sobre un tópico pseudocientífico, como recomienda Martin (1994). Sin embargo, muchos son una simple clasificación, científico vs no científico (figura 10), o solo piden justificar el caso del horóscopo. Este hecho podría dar la falsa impresión de que discriminar la pseudociencia es algo sencillo. Por otro lado, los ejemplos de adivinos o supersticiones no son en realidad pseudociencia.

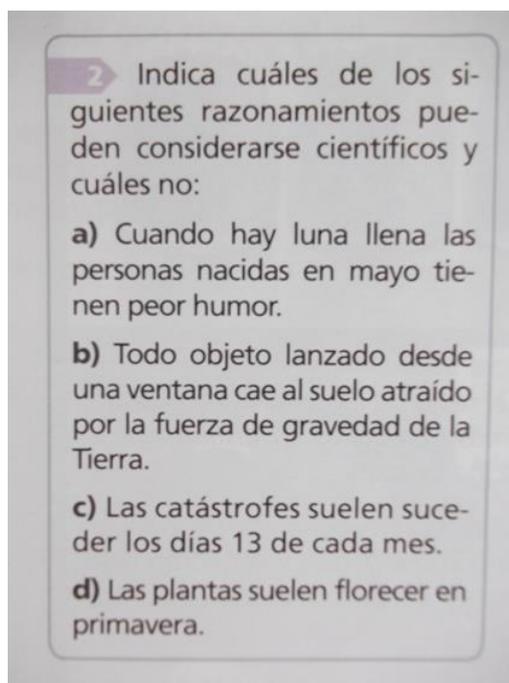


Figura 10. Ejercicio sobre pseudociencia. Biología y Geología, 1º ESO, 2016, Oxford.

5.4 Descripción de la metodología científica

La metodología científica aparece en el 95% (n=20) de los casos. La manera en que se describe la misma se detalla en la tabla 6.

Un gran número de libros señala que en la ciencia no hay un único método de trabajo, sino que hay varios. Consideramos esto un buen resultado, pero habría aspectos que mejorar. Por ejemplo, algunos todavía muestran *el método científico* como el único que hay, ya que así lo llaman, usando el artículo determinado “el”, cuyo uso se recomienda evitar (Woodcock, 2014). Estos libros tampoco avisan ni muestran que no sea el único. Por otra parte, “El método científico” es también el nombre que recibe el tema en siete de los libros analizados.

Los que no lo presentan como el único existente con frecuencia avisan de ello explícitamente. En este último caso se observa que varios libros muestran una visión contradictoria, ejemplo de ello son las siguientes citas: “La forma de trabajar de los científicos no es única ni responde a un conjunto de pautas que se apliquen consecutivamente, aunque sí podemos definir un proceso común a toda investigación...” (Física y Química, 3º ESO, 2015, Edebé) o “No existe un único método científico, pero sí hay una serie de etapas comunes que todos deberían seguir” (Física y Química, 3º ESO, 2015, McGrawHill Education). Estas citas podrían echar por tierra la afirmación anterior y dar también la visión de que el método presentado es el que debe seguirse siempre.

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

Todo esto no hace más que contribuir a la visión de rigidez del método científico como un conjunto de pasos que debe seguirse sí o sí. No obstante, hay un libro que destaca positivamente por lo contrario, y lo hace con la siguiente aclaración: “Algún paso (refiriéndose al método científico) se puede repetir o no realizarse. Por ejemplo, los astrónomos sólo miden lo que sucede en el universo, pero no pueden experimentar con él” (Física y Química, 3º ESO, 2015, Santillana). En cualquier caso, e incluso cuando sí se explica correctamente la existencia de diversos métodos, echamos de menos ejemplos de esa variedad metodológica, pues serían útiles para comprenderla mejor.

En dos libros no se avisa de la existencia de diferentes métodos, pero al llegar a la etapa de “Obtener y organizar los datos”, se encuentra lo siguiente: “Cuando los experimentos no son posibles, los científicos pueden poner a prueba sus hipótesis mediante las observaciones naturales, cuyos datos se obtienen a partir de la observación visual...” (Biología y Geología, 1º y 3º ESO, 2015, Bruño); estos libros se han incluido entre los que hablan de varios métodos. Como indican esos libros, precisamente la experimentación es una de las etapas que no tiene por qué aparecer siempre. De hecho, McComas (1998) considera la idea de ver los experimentos como la principal vía para obtener conocimiento científico como uno de los mitos de la ciencia. Sin embargo, hay que indicar que en otros libros a la experimentación se le otorga un gran protagonismo en diferentes situaciones. Por ejemplo: cuando se describe qué caracteriza a la ciencia o al conocimiento científico, cuando se desarrolla como etapa del método científico, o cuando se describe qué es la pseudociencia.

Mostramos a continuación un ejemplo de cada caso:

“La filosofía se fue así bifurcando en ramas a lo largo de la historia: la ciencia será aquella rama independiente con la que se explican los fenómenos basándose en la experimentación” (Física y Química, 3º ESO, 2016, Algaida).

“Esta, denominada fase de experimentación, es una etapa clave del método científico” (Física y Química, 2º ESO, 2016, Bruño).

“Todo lo publicado en este libro es ciencia, pues las teorías y los modelos desarrollados han sido validados y comprobados por medio de experimentos que se basan en el método científico... Esta es la característica que diferencia la ciencia de la pseudociencia” (Física y Química, 3º ESO, 2015, Casals).

Tabla 6. Descripción de la metodología científica

Descripción de la metodología científica (n=19)							
Único método	Diversos métodos	Hipotético deductivo	Otros métodos	Esquema MC	Descripción etapas	Ejemplos en etapas	Presencia actividades
16%	84%	100%	10%*	32%	89%	68%	100%

Nota: Esquema MC = esquema del método científico. * = como se verá, estos libros cometen errores al diferenciar dos métodos.

La descripción de las diferentes etapas de la metodología científica viene normalmente acompañada de ejemplos prácticos y conectados entre sí. En dos de estos libros, de Biología y Geología de Bruño, esa ejemplificación se muestra en el desarrollo de un proyecto de investigación que sigue las mismas etapas. En el de Física y Química de 3º ESO de Vicens Vives, los ejemplos son teóricos: “Se ensaya el medicamento en animales y humanos”, “Los datos obtenidos se ordenan y estudian”.

Para lograr una mejor comprensión, creemos que todos los libros deberían acompañar esta explicación con un ejemplo práctico del proceso completo, por lo que recomendamos solventar esa ausencia en los que no lo aportan. Por otro lado, los libros de Anaya de Física y Química de 2º y 3º de ESO no describen las etapas de la metodología científica, aunque sí muestran un esquema de la misma y explican que se trata del método de trabajo de la ciencia.

A pesar de que varios textos advierten de la existencia de diversos métodos, lo cierto es que en todos ellos aparece desarrollado exclusivamente el método hipotético-deductivo (figura 11). Cabe destacar que dos ejemplares, el libro de Física y Química de 3º de ESO de Casals y el de Física y Química de 4º de ESO de Edelvives, describen la metodología diferenciando dos métodos: el inductivo y el deductivo. Sin embargo, dichos libros incurren en errores al definir en qué consisten ambos métodos, denominando método inductivo a lo que en realidad es el hipotético-deductivo.

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

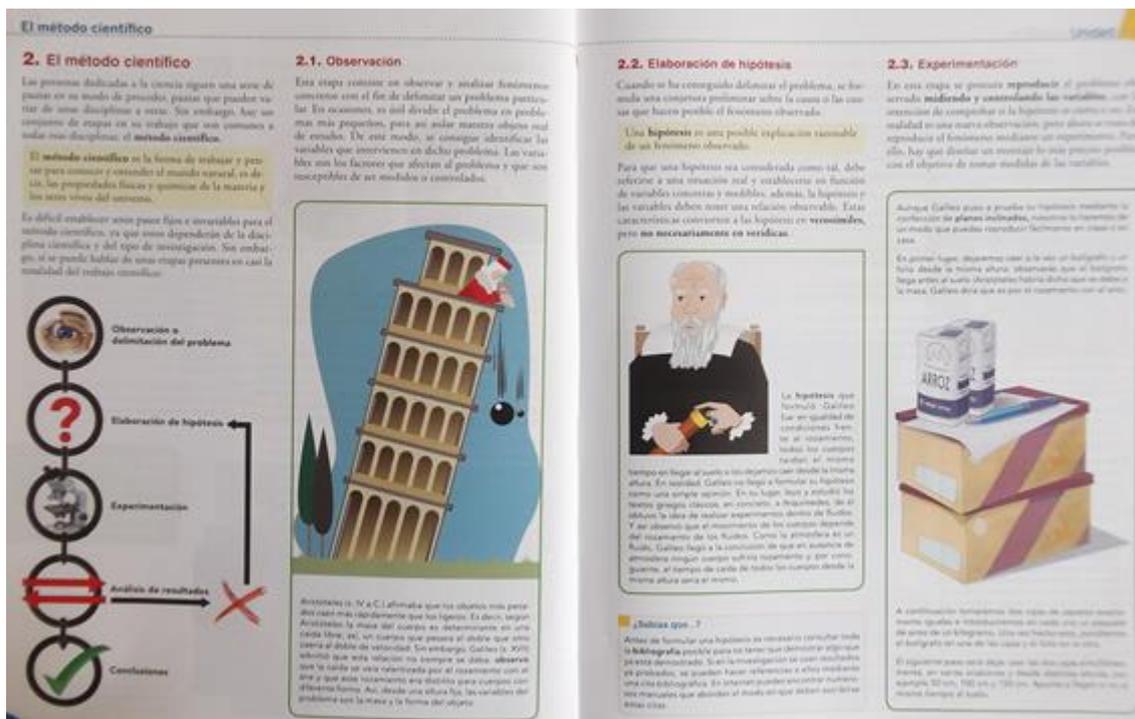


Figura 11. Desarrollo del método hipotético-deductivo. Física y Química, 3º ESO, 2016, Algaida.

Por otra parte, llama la atención que al describirse el método científico, en aproximadamente la mitad de los libros se transmite la idea, no siempre cierta, de que una hipótesis confirmada se convierte en una ley. Algunos libros la transmiten al decir que cuando una hipótesis se confirma pasa a convertirse en una ley, mientras que otros lo hacen al definir *ley* como una hipótesis confirmada. Si bien este último caso no implica estrictamente que toda hipótesis se convierta en ley, podría darse esa idea, al no ofrecer una explicación más amplia. Consideramos que transmitir esta idea es centrarse en un campo restringido de la ciencia, dejando fuera otros campos de estudio. Pues como bien afirma Woodcock (2014), no todas las cuestiones científicas aspiran a convertirse en principios generales, y por tanto no todas las respuestas científicas tomarán forma de ley, sino que podrán hacerlo también como correlaciones, relaciones causales, modelos, etc.

La localización de la descripción de la metodología científica viene siempre en el cuerpo del texto, con frecuencia hay definiciones que están encuadradas (79%; n=19) y ocasionalmente (26%; n=19) se encuentra también algo en los márgenes (encuadrado o no). Creemos que esta localización es adecuada, ya que estos contenidos son relevantes. Mayores diferencias hay entre las páginas que se dedican a tal descripción, que oscilan entre una y diez, cuatro de media. Con respecto a las actividades analizadas, más de la mitad trabajan la metodología científica, por lo que en este sentido no presentamos disconformidad.

5.5 Presencia de modelos científicos

Los modelos científicos son una herramienta muy útil en ciencias, por lo que juzgamos conveniente su inclusión en todo tema de introducción a la ciencia, pero la realidad encontrada ha sido otra. El 35% (n=20) hace referencia a la existencia de los modelos científicos como posible resultado del trabajo científico. Sin embargo, cinco de estos libros se limitan a dar la definición de modelo (en un caso lo hace indicando su utilidad) y tan solo los libros de Anaya de 3º y 4º de ESO de Física y Química van más allá. En todos los casos esa definición aparece en el cuerpo del texto, a veces encuadrada (tres casos), hecho que al menos resalta la importancia del concepto.

Comúnmente vienen definidos como representaciones simplificadas de la realidad, si bien en dos libros se dice que es una “representación gráfica o mental que sirve para poder interpretar algo de lo que no se tiene certeza absoluta” (Física y Química, 3º y 4º ESO, 2015 y 2016, Edelvives). Esta última definición nos parece más acertada, pues creemos que la otra ayudaría a mantener el mito de que los modelos científicos representan la realidad (McComas, 1998). En todo caso, una definición por sí sola no es suficiente para transmitir la utilidad instrumental de los modelos científicos. Dicha utilidad solo se muestra adecuadamente en los ya mencionados libros de Anaya, que muestran diferentes ejemplos ilustrados explicando cómo pueden funcionar unos u otros modelos, su utilidad o no para según qué caso, su parte de “irreales”, o los diferentes grados de complejidad posibles para representar una misma realidad (figura 12). En nuestra opinión, éste debería ser el ejemplo a seguir por todos los libros.

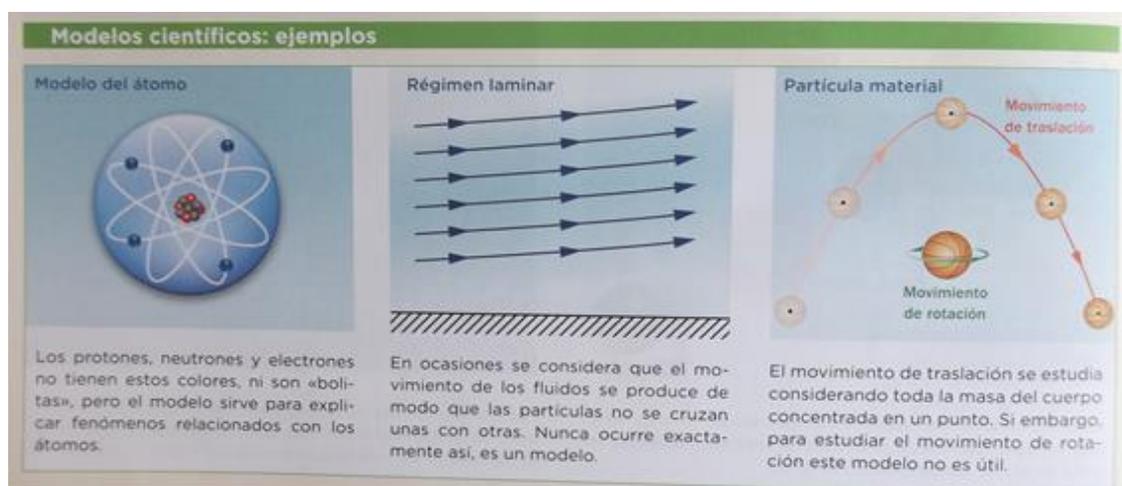


Figura 12. Modelos científicos. Física y Química, 3º ESO, 2016, Anaya.

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

En un 40% (n=20) aparecen ejemplos ilustrados de algún modelo científico, porcentaje que supera al de libros que tratan el concepto de modelo. Esto se debe a que un 15% (n=20) presenta algún ejemplo pero por razones diferentes. El 25% (n=20) contiene alguna actividad referente a los mismos, porcentaje menor al de los que hacen referencia teórica.

5.6 Evolución de la ciencia

El 55% (n=20) muestra la evolución de la ciencia, pero limitándose casi todos ellos a dar un ejemplo. La mayoría ponen el cambio de modelo geocéntrico al heliocéntrico o los sucesivos modelos de la teoría atómica. Dichos ejemplos aparecen en los libros como sigue:

Tabla 7. Localización de la evolución de la ciencia

Localización de la evolución de la ciencia (n=11)	
En los márgenes y encuadrados	36%
Tanto en los márgenes y encuadrados como en el cuerpo del texto	9%
En el cuerpo del texto y encuadrados	18%
En el cuerpo del texto	27%
En el texto de una actividad	9%

Aunque estén en el cuerpo del texto, al ser ejemplos, el alumnado podría no prestarles atención. Por este motivo creemos adecuado que estén enmarcados. En relación a las actividades, se encuentran tan solo cuatro en cuatro libros, una por cada uno.

A nuestro juicio tanto la evolución de la ciencia como los modelos científicos reciben muy poca atención, y no solo por el bajo número de libros en que aparecen, sino también por lo superfluo y anecdótico de su aparición. Algo parecido sucede con la alusión a la influencia del marco sociocultural e histórico (epígrafe 5.2). La historia y evolución de la ciencia podría aprovecharse más, conectándola tanto con la naturaleza de la ciencia como con la de la pseudociencia, ya que su utilidad en este sentido ha sido recomendada por varios autores (Allchin, 2012; McComas, 2008; Monk y Osborne, 1997; Solbes y Traver, 2001).

5.7 Contribución de la mujer

El 75% (n=20) muestra, de alguna manera, la contribución de la mujer a la ciencia. Sin embargo, el 50% (n=20) restringe exclusivamente a imágenes la aparición de la mujer. Son imágenes de adorno (a veces dibujos), en las que aparece alguien anónimo trabajando y normalmente en el laboratorio, otro indicio de la imagen reduccionista que se da de la ciencia. Solo en el 25% (n=20) de los libros, independientemente de que también puedan tener imágenes, se nombra a científicas concretas. En este caso se hace en las siguientes situaciones: un anexo con científicos destacados que debe usarse para una actividad y en el cual aparece Mary Curie entre 19 hombres, un recuadro en un margen en el que se nombra a cuatro científicas, una científica española nombrada en la portada de un tema, un texto sobre Pierre y Mary Curie perteneciente a la página de actividades, y un cómic sobre Mary Anning. Por otro lado, el 30% (n=20) contiene alguna actividad (entre una y tres) que incluya a la mujer.

Por tanto, la contribución de la mujer a la ciencia en estos temas se ve poco reflejada. Aunque la historia no se puede cambiar si conviene incluir ejemplos de diversas científicas por varios motivos, el primero por darles el reconocimiento que merecen, el segundo porque la legislación vigente así lo estipula en la Orden de 14 de julio de 2016 (BOJA nº 144 de 28/07/2016) y el tercero porque puede favorecer una actitud más positiva hacia la ciencia por parte de las alumnas. Por eso consideramos necesarias más actividades como la que propone el libro de Física y Química de 3º ESO de Edelvives: “3. Busca información en Internet sobre la vida de Lise Meitner, Emmy Noether y Mary Anning. En particular, investiga sus dificultades para dedicarse a la investigación”. Asimismo nos gustaría destacar el aporte que hacen a la historia y evolución de la ciencia los cómics “Locos por la ciencia” del libro de SM de Biología y Geología de 1º de ESO, dejando ver la influencia del marco histórico y cultural así como la contribución de la mujer. No podemos pretender que cuando se cuente la historia de la ciencia aparezcan tantas mujeres como hombres, pero sí podemos hacer reflexionar al alumnado sobre este hecho. Iniciativas como estas deberían ser más frecuentes por el alto valor educativo que tienen, tanto a nivel científico como social.

Las deficiencias halladas en nuestro análisis con respecto a la evolución de la ciencia, los modelos científicos y la contribución de la mujer a la ciencia, coinciden con resultados de anteriores análisis realizados por diferentes autores (Soláz-Portolés, 2010).

5.8 Análisis de actividades

Se analizaron un total de 455 actividades procedentes de los 20 libros con contenidos investigados. El número analizado en cada libro resultó muy variable, situándose entre 5 y 49. A continuación se presenta una tabla que resume la situación:

Tabla 8. Relación entre el número de actividades analizadas y el porcentaje de libros

Número de actividades por libro (n=20)				
1 a 10 activ.	11 a 20 activ.	21 a 30 activ.	31 a 40 activ.	41 a 50 activ.
20%	35%	10%	25%	10%

Nota: activ = actividades.

En aquellos libros en los que el bloque de contenidos era “parte de un tema”, las actividades analizadas en cada uno representan de media el 30.2% del total de las actividades del tema (sin tomar en cuenta las “secciones finales”, que se han analizado aparte como ya indicamos anteriormente en el epígrafe 4.1).

Contenido trabajado

En la mayoría de los casos las actividades analizadas no trabajan más de un contenido simultáneamente. Tan solo se hallaron cuatro que al trabajar la metodología científica también trabajan alguna característica de la NdC y otra actividad que trabaja la evolución de la ciencia mediante los modelos.

El número de actividades que trabaja cada concepto está en consonancia con lo encontrado a nivel teórico, con un alto número de actividades que trabajan la metodología científica y siendo los conceptos de ciencia, modelo, evolución de la ciencia y contribución de la mujer los que reciben menor atención (tabla 9). El porcentaje de actividades sobre pseudociencia, si bien no es alto, ha sido algo mayor de lo que esperábamos, tomando en cuenta los contenidos teóricos encontrados.

Tabla 9. Porcentaje de actividades que trabajan cada contenido

Contenido trabajado en las actividades (n=455)						
Ciencia	Modelo	MC	Ps vs C	Evolución	Mujer	Otro
3.7%	2.2%	59.1%	4.8%	0.9%	2.2%	27.9%

Notas: MC = método científico. Ps vs C = enfrentamiento pseudociencia vs ciencia.

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

Tipo de actividad

Para comenzar diremos que el 18,9% de las actividades se ha clasificado simultáneamente en más de un tipo.

El número de actividades práctico-experimentales y crítico-argumentativas nos parece escaso (tabla 10). Curiosamente este bajo número es constante en todos los libros, aunque cabe mencionar que el de práctico-experimentales podría compensarse un poco en aquellos libros que tengan secciones finales con actividades de este tipo (tabla 12). Los libros de Bruño de Biología y Geología de 1º y 3º de ESO y de Física y Química de 2º presentan una marcada descompensación a favor de las reproductivas. Estas suponen la mitad de las actividades en el libro de 2º y más de la mitad en los de 1º y 3º.

Tabla 10. Porcentaje de actividades que se encuadra dentro de cada tipo

Tipo de actividades (n=455)							
Reprod.	Deduct.	Aplicad.	Pr-Exp	L-R	Crit-Arg	B.Biblio.	Otras
27.9%	23.5%	22.0%	3.5%	20.4%	2.2%	17.4%	5.0%

Notas: Reprod = reproductivas. Deduct = deductivas. Aplicad = aplicadas. Pr-Exp = práctico-experimentales. L-R = lógico-reflexivas. Crit-Arg = crítico-argumentativas. B.Biblio = búsqueda bibliográfica.

Si separamos el tipo de actividades por asignatura, podemos apreciar algunas diferencias entre ambas (tabla 11). Sin embargo, dado el bajo número de libros de Biología y Geología (5) y que 76 de las 139 actividades pertenecen a los dos libros de Bruño —además casi idénticos— no podemos sacar ninguna conclusión, al menos para dichos libros. En los de Física y Química se reduce aún un poco más el porcentaje de actividades práctico-experimentales y crítico-argumentativas.

Tabla 11. Porcentaje de actividades, por asignatura, que se encuadra dentro de cada tipo

Tipo de actividades en los libros de Biología y Geología (n=139)							
Reprod.	Deduct.	Aplicad.	Pr-Exp	L-R	Crit-Arg	B.Biblio.	Otras
43.2%	13.7%	19.4%	5.0%	15.1%	2.9%	12.9%	11.5%
Tipo de actividades en los libros de Física y Química (n=316)							
Reprod.	Deduct.	Aplicad.	Pr-Exp	L-R	Crit-Arg	B.Biblio.	Otras
21.2%	27.8%	23.1%	2.8%	22.8%	1.9%	19.3%	2.2%

Notas: Reprod = reproductivas. Deduct = deductivas. Aplicad = aplicadas. Pr-Exp = práctico-experimentales. L-R = lógico-reflexivas. Crit-Arg = crítico-argumentativas. B.Biblio = búsqueda bibliográfica.

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

Estos datos no son nada halagüeños, puesto que el uso de la argumentación ha demostrado beneficios en la enseñanza en general (Yu y Yore, 2013) y como recurso para disminuir las creencias pseudocientíficas en particular (Tsai et al., 2015).

Finalmente, en lo que hemos denominado como secciones finales, predominan las actividades aplicadas y práctico-experimentales (tabla 12), hecho que era de esperar por la naturaleza de estas secciones (protocolos o guías prácticas y/o de investigación). En 7 de estas 22 secciones analizadas se les pide que elaboren un informe sobre lo realizado. Este último punto nos parece positivo, pues creemos que realizar un informe ayuda a asentar los conocimientos sobre lo que se ha hecho, es útil para trabajar la expresión escrita y también acerca al estudiante a uno de los procedimientos científicos como es la transmisión del conocimiento. Finalmente, decir que estas 22 secciones se encuentran repartidas entre 13 libros, y que el porcentaje de secciones que trabajan más de un tipo de actividad es del 91%.

Tabla 12. Tipo de actividades trabajadas en las secciones finales

Tipo de actividades trabajadas en las “secciones finales” (n=22)							
Reprod.	Deduct.	Aplicad.	Pr-Exp	L-R	Crit-Arg	B.Biblio.	Otras
4%	18%	86%	68%	32%	0%	27%	14%

Notas: Reprod = reproductivas. Deduct = deductivas. Aplicad = aplicadas. Pr-Exp = práctico-experimentales. L-R = lógico-reflexivas. Crit-Arg = crítico-argumentativas. B.Biblio = búsqueda bibliográfica.

No queremos terminar el epígrafe de resultados sin indicar, a nuestro juicio, qué libros son más adecuados y cuáles lo son menos. Así, los libros donde más y mejor atención se presta a la ciencia como concepto, mostrando explícitamente varias de sus características, son los de Física y Química de 3º y 4º de ESO de Anaya, y el de Física y Química de 3º de ESO de SM. De los primeros destaca que son los únicos que dedican una atención significativa a los modelos científicos, y a la vez los que menos atención dedican a la metodología científica, lo que resulta curioso. En ninguno de estos tres libros encontramos ideas erróneas o sesgadas, por lo que el balance es positivo. En el extremo opuesto a los de Anaya y el de SM se encuentran los de Edelvives de Física y Química, pues dan poca o ninguna atención a varios de los conceptos analizados y además presentan algunos errores. El resto de libros quedarían en una posición intermedia donde, o no se abarcan muchos contenidos, o se abarcan más contenidos pero transmitiendo alguna idea inadecuada.

6. Conclusiones

Varios libros, principalmente los de Biología y Geología, excluyen de su temario el tema de introducción a la ciencia, que debería ser clave en toda asignatura de ciencias. Este hecho podría fomentar la idea de que hay disciplinas científicas de diferente categoría.

Los temas analizados tienen como principal protagonista al método científico, de hecho con frecuencia ni tan siquiera es precedido de una introducción sobre qué es la ciencia o esta es muy deficiente. En algunos casos los esfuerzos iniciales por avisar de la diversidad metodológica quedan ensombrecidos por los contenidos posteriores, donde toda la atención se dirige a la explicación de las etapas del método científico.

Vemos con optimismo la inclusión de algunas características de la NdC así como del concepto de pseudociencia y recomendamos la inclusión explícita de ambos en el currículum. Además, los contenidos sobre pseudociencia podrían vincularse en mayor medida con aspectos relativos a la salud.

Los contenidos sobre los modelos científicos y la evolución de la ciencia son limitados. Sin embargo, ambos serían recursos excelentes para mostrar cómo funciona la ciencia.

A pesar de que en el currículum se dan orientaciones para dar a la mujer el papel que le corresponde en la sociedad, este aspecto no está cuidado. La contribución de la mujer a la ciencia se ve reducida casi exclusivamente a imágenes de adorno y se aprovecha poco en las actividades. Dada la escasa vocación científica entre los adolescentes, es fundamental mostrar en los libros de texto que las ciencias también están al alcance de las mujeres.

La oferta de actividades es manifiestamente mejorable. Las reproductivas siguen siendo más frecuentes, mientras que las crítico-argumentativas escasean. Si el libro de texto es un referente para docentes y estudiantes, es conveniente plantear actividades que requieran de la argumentación y el pensamiento crítico, ambos necesarios para formar ciudadanos responsables.

Los libros suelen ser un reflejo del currículum oficial. Por ello creemos que un cambio en los libros de texto debe pasar previamente por una reestructuración del currículum. Se hace necesario revisar dicho currículum para dar una visión de la ciencia acorde con la realidad.

7. Limitaciones y futuras líneas de investigación

La principal limitación de este análisis radica en que solo se ha analizado el tema de introducción a la ciencia. Desconocemos si los resultados con respecto a la atención que reciben algunos de los conceptos analizados serían mejores en caso de que se hubiesen analizado en todo el libro. Se presenta así una posible línea de investigación futura. Se contempla también como posibilidad, la creación de propuestas didácticas de mejora, su implementación y posterior evaluación. Estas propuestas podrían ir dirigidas en dos sentidos: “naturaleza de la ciencia y de la pseudociencia” y “pseudociencia y salud”.

Especialmente interesante sería analizar los temas relacionados con la salud en los libros de Biología y Geología, para conocer si se presenta en ellos el enfrentamiento ciencia vs pseudociencia, y elaborar a partir de sus contenidos y de los del currículum oficial la propuesta de mejora. Como punto de partida del diseño de propuestas didácticas sería conveniente investigar las creencias pseudocientíficas de los alumnos sobre estos temas.

8. Referencias

- Acevedo-Díaz, J.A. (2009). Enfoques explícitos *versus* implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 355-386. Recuperado de <http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/9905>
- Acevedo-Díaz, J. A., Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M. A., y Acevedo-Romero, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 42-66. Recuperado de <http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/16126>
- Afonso, A. S., y Gilbert, J. K. (2010). Pseudo-science: A meaningful context for assessing nature of science. *International Journal of Science Education*, 32(3), 329-348. doi: 10.1080/09500690903055758
- Allchin, D. (2012). Teaching the nature of science through scientific errors. *Science Education*, 96(5), 94-926. doi: 10.1002/sce.21019
- Armentia, J. (2002). Ciencia vs pseudociencias. *Mediatika*, 8, 599-571. Recuperado de <http://www.euskomedia.org/PDFAnlt/mediatika/08/08559571.pdf>
- Bermúdez, G. (2015). Los orígenes de la Biología como ciencia. El impacto de las teorías de evolución y las problemáticas asociadas a su enseñanza y aprendizaje. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 66-90. doi: 10498/16925
- Bian, L., Leslie, S. J., y Cimpian, A. (2017). Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests. *Science*, 355(6323), 389-391. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Andrei_Cimpian/publication/312961123_Gender_stereotypes_about_intellectual_ability_emerge_early_and_influence_children%27s_interests/links/588b8eac92851cef13600933/Gender-stereotypes-about-intellectual-ability-emerge-early-and-influence-childrens-interests.pdf
- Campanario, J.M. (2001). ¿Qué puede hacer un profesor como tú o un alumno como el tuyo con un libro de texto como éste? Una relación de actividades poco convencionales. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 351-364. Recuperado de <http://www3.uah.es/jmc/an21.pdf>
- Cetinkaya, E., Turgut, H., y Duru, M. K. (2015). The Effect of the Context of Science, Pseudoscience Demarcation on the Science Perceptions of Secondary School Students: The Case of Iridology. *Egitim ve Bilim*, 40(181), 1-18. doi: 10.15390/EB.2015.3127

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

- Chang S. N., Yeung, Y. Y., y Cheng M. H. (2009). Ninth graders' learning interests, life experiences and attitudes towards science and technology. *International Journal of Science Education and Technology*, 18(5), 447-457. doi: 10.1007/s10956-009-9162-6
- Derksen, A. A. (1993). The seven sins of pseudo-science. *Journal for General Philosophy of Science*, 24(1), 17-42. doi: 10.1007/BF00769513
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). (2017). Octava encuesta de percepción social de la ciencia y la tecnología - 2016. *Nota de prensa*. Madrid: FECYT. Recuperado de <https://www.fecyt.es/es/noticia/crece-el-interes-de-las-mujeres-por-la-ciencia-y-la-tecnologia>
- Galagovski, L., y Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las Ciencias Naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 231-242. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v19n2/02124521v19n2p231.pdf>
- Gardner, P. L. (1975). Attitudes to science: a review. *Studies in Science Education*, 2, 1-41. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/03057267508559818>
- González Galli, L. (2010). Qué ciencia enseñar. *Educación en ciencias* (pp.59-94). Buenos Aires: Paidós.
- Good, R. (2012). Why the study of pseudoscience should be included in nature of science studies. En M.S. Khine (Ed.), *Advances in Nature of Science Research* (pp. 97-106). Springer Netherlands. doi: 10.1007/978-94-007-2457-0_5
- Guisasola, J., y Morentin, M. (2007). Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de Educación Primaria?. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 246-262. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART2_Vol6_N2.pdf
- Johnson, M., y Pigliucci, M. (2004). Is knowledge of science associated with higher skepticism of pseudoscientific claims?. *The American Biology Teacher*, 66(8), 536-548. Recuperado de http://trace.tennessee.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1659&context=utk_chanhonoproj
- Khishfe, R. y Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of Explicit and Reflective versus Implicit Inquiry-Oriented Instruction on Sixth Graders' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578. doi: 10.1002/tea.10036

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

- López Nicolás, J. M. (2016). Vamos a comprar mentiras: Alimentos y cosméticos desmontados por la ciencia. Palencia: Cálamo.
- Losh, S.C., y Nzekwe, B. (2011). Creatures in the Classroom: Preservice Teacher Beliefs About Fantastic Beasts, Magic, Extraterrestrials, Evolution and Creationism. *Science & Education*, 20(5-6), 473-489. doi: 10.1007/s11191-010-9268-5
- Lundström, M., y Jakobsson, A. (2009). Students' ideas regarding science and pseudo-science in relation to the human body and health. *Nordic Studies in Science Education*, 5(1), 3-17. Recuperado de <https://www.journals.uio.no/index.php/nordina/article/view/279/329>
- Manassero-Mas, M. A., y Vázquez-Alonso, Á. (1999). Ideas de los estudiantes sobre la epistemología de la ciencia: modelos, leyes y teorías. *Revista de Educación*, 320, 309-334. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Maria_Antonia_Manassero_Mas/publication/39137638_Ideas_de_los_estudiantes_sobre_la_epistemologia_de_la_ciencia_modelos_leyes_y_teorias/links/0912f50dc87efac28a000000.pdf
- Martin, M. (1994). Pseudoscience, the Paranormal, and Science Education. *Science & Education*, 3(4), 357-371. doi: 10.1007/BF00488452
- McComas, W. F. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. En W. F. McComas. (Ed.), *The Nature of Science in Science Education* (pp. 53-70). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. Recuperado de <http://pase.uark.edu/resources/images/the-myths-of-science.pdf>
- McComas, W.F. (2003). A Textbook Case of the Nature of Science: Laws and Theories in the Science of Biology. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1(2), 141-155. doi: 10.1023/B:IJMA.0000016848.93930.9c
- McComas, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, 17(2-3), 249-263. doi: 10.1007/s11191-007-9081-y
- Monk, M., & Osborne, J. (1997). Placing the History and Philosophy of Science on the Curriculum: A Model for the Development of Pedagogy. *Science Education*, 81(4), 405-424. doi: 10.1002/(SICI)1098-237X(199707)81:4<405::AID-SCE3>3.0.CO;2-G
- Ocelli, M., y Valeiras, N. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las ciencias*, 31(2), 133-152. Recuperado de <http://ensciencias.uab.es/article/view/761/pdf>

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

- Oliva, J. M. (2011). Cómo usar analogías en la enseñanza de los modelos y de los procesos de modelización en ciencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 69, 80-91.
- Oliva, J. M., Aragón-Méndez, M. M., Jiménez-Tenorio, N., y Aragón-Núñez, L. (2016). La modelización en ciencias como estrategia de investigación y de intervención docente. Manuscrito enviado para publicación.
- Orden de 14-7-2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado. (BOJA 28-7-2016). (BOJA nº 144 de 28/07/2016). Recuperado de <http://www.adideandalucia.es/normas/ordenes/Orden14julio2016CurriculoESO.pdf>
- Park, H., Nielsen, W. y Woodruff, E. (2014). Students' Conceptions of the Nature of Science: Perspectives from Canadian and Korean Middle School Students. *Science & Education*, 23(5), 1169-1196. doi: 10.1007/s11191-013-9613-6.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (BOE 03-01-2015). (MECD, 2014). Recuperado de <http://www.adideandalucia.es/normas/RD/RD1105-2014CurriculoSecundaria.pdf>
- Sjøberg, S. y Schreiner, C. (2005). Young people and science. Attitudes, values and priorities. Evidence from the ROSE project. Keynote presentation at EU's Science and Society Forum 2005. Session 4: How to foster diversity, inclusiveness and equality in science. Bruselas, Unión Europea (9-11 de abril de 2005).
- Solaz-Portolés, J.J. (2010). La naturaleza de la ciencia y los libros de texto de ciencias: una revisión. *Educación XXI*, 13(1), 65-80. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/educxx1.13.1.277>
- Solbes, J., y Traver, M. (2001). Resultados obtenidos introduciendo historia de la ciencia en las clases de física y química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 151-162. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21726/21560>
- Tsai, C.Y., Lin, C.N., Shih, W.L., y Wu, P.L. (2015). The effect of online argumentation upon students' pseudoscientific beliefs. *Computers & Education*, 80, 187-197. doi: 10.1016/j.compedu.2014.08.018

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

- Uskola, A. (2016). ¿Los productos homeopáticos pueden ser considerados medicamentos? Creencias de maestras/os en formación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 574-587. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10498/18498>
- Vázquez-Alonso, Á., y Manassero-Mas, M.A. (2009). La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 33-48. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/132205/332989>
- Vázquez-Alonso, Á., y Manassero-Mas, 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. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 2-31. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10498/14621>
- Vílchez-González, J.M., Carrillo-Rosúa, J., Rodríguez-Sabiote, C., y Jiménez-Tejada, M.P. (2015). Imagen de ciencia de estudiantes de Magisterio. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 29, 157-172. doi: 10.7203/DCES.29.4283
- Woodcock, B. A. (2014). “The Scientific Method” as Myth and Ideal. *Science & Education*, 23(10), 2069-2093. doi: 10.1007/s11191-014-9704-z
- Yu, S. M., y Yore, L. D. (2013). Quality, evolution, and positional change of university students’ argumentation patterns about organic agriculture during an argument–critique–argument experience. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(5), 1233-1254. doi: 10.1007/s10763-012-9373-9

9. Anexos

Anexo 1. Lista de libros analizados, resaltando en gris aquellos en los que se han encontrado contenidos objeto de análisis.

	EDITORIAL	ASIGNATURA	CURSO	AÑO
1	Algaida	Biología y Geología	1º ESO	2016
2			3º ESO	
3	Algaida	Física y Química	3º ESO	2016
4	Anaya	Biología y Geología	1º ESO	2016
5			3º ESO	
6			4º ESO	
7	Anaya	Física y Química	2º ESO	2016
8			3º ESO	
9			4º ESO	
10	Bruño	Biología y Geología	1º ESO	2015
11			3º ESO	
12		Física y Química	2º ESO	2016
13			3º ESO	2015
14	Casals	Biología y Geología	1º ESO	2016
15			3º ESO	2015
16	Casals	Física y Química	3º ESO	2015

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

17	Edebé	Biología y Geología	1º ESO	2015
18	Edebé	Física y Química	3º ESO	2015
19	Edelvives	Biología y Geología	1º ESO	2016
20		Física y Química	3º ESO	2015
21			4º ESO	2016
22	McGrawHill Education	Física y Química	3º ESO	2015
23.	Oxford	Biología y Geología	1º ESO	2016
24.		Física y Química	3º ESO	
25	Santillana	Biología y Geología	3º ESO	2015
26		Física y Química	2º ESO	2016
27	Santillana	Física y Química	3º ESO	2015
28	SM (proyecto Savia)	Biología y Geología. Serie Arce	1º ESO	2015
29	SM (proyecto Savia)	Biología y Geología. Serie Arce	3º ESO	2015
30	SM (proyecto Savia)	Física y Química	3º ESO	2015
31	Vicens Vives	Física y Química	3º ESO	2016

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

Anexo 2. Protocolo de análisis de libros

Protocolo de análisis de libros

Asignatura: _____

Editorial: _____

Curso: _____

Título: _____

Año de edición: _____ Reedición: _____

Ley educativa: _____

1. Existe un bloque de contenidos dedicado a la introducción a la ciencia: SÍ NO

> Tipo de sección:

a) Apéndice b) Parte de un tema c) Tema completo d) Otros

> Número páginas/páginas totales libro:

> N° tema/total:

2. Definición de ciencia: SÍ NO Descripción: SÍ NO

Marcar si en el libro aparecen ideas que contradigan a alguna de las siguientes características de la naturaleza de la ciencia:

- La ciencia está basada en evidencia empírica.
- El método científico no es rígido y exclusivo. Existen diferentes métodos de investigación.
- La ciencia tiene un carácter tentativo. El conocimiento científico es provisional y auto-correctible.
- El conocimiento científico es parcialmente subjetivo. Además el conocimiento científico es también producto de la imaginación y la creatividad humana.
- El conocimiento científico se ve afectado por el marco sociocultural e histórico.
- La ciencia no puede contestar a todo, existen límites.

> Localización del concepto de ciencia: pie de imagen texto

> Localización dentro del texto:

a) En el cuerpo del texto y encuadrado b) En el cuerpo del texto

c) En los márgenes y encuadrado d) En los márgenes

- Cantidad de actividades (n°/total):

- Tipo: _____

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

3. Enfrentamiento pseudociencia vs ciencia: SÍ NO

> Ejemplo de pseudociencia: SÍ NO

> Los ejemplos que aparecen están relacionados con:

a) Salud (e indicar el nº) b) Otros (nº)

> Localización: pie de imagen texto

>Localización dentro del texto:

a) En el cuerpo del texto y encuadrado b) En el cuerpo del texto
c) En los márgenes y encuadrado d) En los márgenes

- Cantidad de actividades (nº/total):

- Tipo: _____

4. Descripción de la metodología científica: SÍ NO

Único método Diversos métodos

Tipos: Inductivo Hipotético-deductivo Otros

> Localización: esquema texto

> Ejemplificación práctica de las etapas: SÍ NO

>Localización dentro del texto:

a) En el cuerpo del texto y encuadrado b) En el cuerpo del texto
c) En los márgenes y encuadrado d) En los márgenes

- Cantidad de actividades (nº/total):

- Tipo: _____

5. Presencia de modelo/s científico/s: SÍ NO

> Ejemplo de modelo científico: SÍ NO

> Localización del concepto de modelo científico: pie de imagen texto

>Localización dentro del texto:

a) En el cuerpo del texto y encuadrado b) En el cuerpo del texto
c) En los márgenes y encuadrado d) En los márgenes

- Cantidad de actividades (nº/total):

- Tipo: _____

6. Muestra la evolución de la ciencia: SÍ NO

> Ejemplo: SÍ NO

> Localización de la evolución: pie de imagen texto

>Localización dentro del texto:

a) En el cuerpo del texto y encuadrado b) En el cuerpo del texto
c) En los márgenes y encuadrado d) En los márgenes

- Cantidad de actividades (nº/total):

- Tipo: _____

7. Aparece la contribución de la mujer a la ciencia: SÍ NO

> Localización: imagen texto

>Localización dentro del texto:

a) En el cuerpo del texto y encuadrado b) En el cuerpo del texto
c) En los márgenes y encuadrado d) En los márgenes

- Cantidad de actividades (nº/total):

- Tipo: _____

Observaciones:

Tipos de actividades

Reproductivas: preguntas cuya respuesta presenta una única solución que puede obtenerse a partir del texto.

Ejemplos extraídos de los libros:

“7. ¿En qué consiste un experimento controlado?” (Biología y Geología, 1º ESO, 2015, Bruño).

“11. Explica qué es una ley científica.” (Física y Química, 3º ESO, 2015, Casals).

Deductivas: preguntas cuya respuesta presenta una única solución que puede deducirse a partir del texto. Tienen un carácter más teórico que las aplicadas.

Ejemplos:

“15. ¿Qué diferencias hay entre una ley y una hipótesis? ¿Y entre una ley y una teoría científica?” (Física y Química, 3º ESO, 2016, Oxford).

“22. Explica qué tiene que ocurrir para que una hipótesis se convierta en una ley.” (Física y Química, 3º ESO, 2015, Edebé).

Aplicadas: preguntas cuya respuesta presenta una solución que conlleva la aplicación del conocimiento presentado en el texto (ejemplos: problemas numéricos; interpretación de gráficos; o actividades creativas donde se pida, por ejemplo, generar un modelo explicativo o diseñar un experimento). Si bien la respuesta no es necesariamente única, sí habrá soluciones correctas e incorrectas. Tienen un carácter más práctico que las deductivas.

Ejemplos:

“21. Diseña un experimento para comprobar la veracidad de la siguiente hipótesis: ‘Los hongos, como el moho del pan o de la fruta, crecen mejor cuando la temperatura y la humedad ambiental son elevadas’.” (Biología y Geología, 1º ESO, 2016, Oxford).

“10. ¿A qué temperatura se disuelven 275 g de azúcar en 100 g de agua?” (Física y Química, 3º ESO, 2016, Oxford).

Experimentales o prácticas: se realiza alguna práctica o experimento. Con frecuencia implican aplicar uno o varios pasos de la metodología científica.

Ejemplos:

“4. Siguiendo los pasos del método científico, comprueba si la siguiente hipótesis es cierta: ‘Cuanta más agua tiene una planta, más crece’.” (Biología y Geología, 1º ESO, 2016, Oxford).

“1. Imita a Torricelli: llena un vaso con agua, ponle una cartulina encima y dale la vuelta. ¿Por qué no se cae el agua? A) Porque se queda pegada a la cartulina. B) Por la presión atmosférica, que actúa en todas las direcciones. C) Sí que se cae el agua.” (Biología y Geología, 1º ESO, 2015, Oxford).

¿QUÉ CIENCIA SE INTRODUCE EN SECUNDARIA?

Lógico-reflexivas: se plantea una pregunta que no tiene una única solución y que precisa razonar o pensar en las posibles respuestas. La respuesta exigida (pedida) tiene un carácter más subjetivo o personal que en las crítico-argumentativas.

Ejemplos:

“4. ¿Qué harías si en dos páginas web encontraras una misma noticia científica con información diferente?” (Física y Química, 3º ESO, 2015, Edelvives).

“5. ¿Qué diferencias crees que existen entre una observación y un experimento?” (Física y Química, 3º ESO, 2016, Oxford).

Crítico-argumentativas: se trabaja sobre una situación o afirmación ya dada, para indagar en su veracidad, pidiéndose un análisis u opinión justificada con argumentos. La respuesta exigida tiene un carácter más objetivo que en las lógico-reflexivas (pues debe basarse en algo más que en una mera creencia u opinión).

Ejemplos:

“37. Comenta la veracidad de la siguiente afirmación: ‘En caso de que el tiempo sea una de las variables de nuestra experimentación, siempre irá en el eje horizontal de las gráficas’.” (Biología y Geología, 1º ESO, 2016, Oxford).

De búsqueda bibliográfica: se necesita información que no está en el texto, o se pide explícitamente la búsqueda de información extra, que no viene en el texto. Una vez encontrada la información requerida, se podrá encuadrar simultáneamente en alguno de los otros tipos de actividades.

Ejemplos:

“30. Busca en libros o en internet los nombres de tres científicos o científicas importantes y señala alguno de sus descubrimientos.” (Física y Química, 3º ESO, 2015, Bruño).

Otras: aquellas que no se pueden clasificar en ninguno de los tipos anteriores.

Ejemplos:

“2. Más del 50% de la población mundial vive en las ciudades y los documentales nos acercan a la naturaleza. Conocerla nos permite protegerla. Busca en YouTube algunos vídeos de Félix Rodríguez de la Fuente y otros más actuales, y disfruta con ellos.” (Biología y Geología, 1º ESO, 2015, SM).