



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

Análisis de libros de texto de 3º y 4º de ESO para la mejora de la enseñanza de la Física

Presentado por: María del Carmen Cucharero López
Línea de investigación: 1.7.1 Recursos didácticos convencionales
Director/a: Vanessa P. Moreno Rodríguez

Ciudad: Madrid
Fecha: 26 de julio de 2013

Índice de contenidos

1. RESUMEN	5
2. INTRODUCCIÓN	7
2.1 UNA APROXIMACIÓN AL MARCO TEÓRICO	7
2.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL TRABAJO	8
3. OBJETIVOS	9
3.1. OBJETIVO GENERAL	9
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
4. MARCO TEÓRICO	10
4.1. DEFINICIÓN DE 'LIBRO DE TEXTO'	10
4.2. PAPEL DEL LIBRO DE TEXTO EN EL ÁMBITO EDUCATIVO	11
4.3. ANÁLISIS DEL LIBRO DE TEXTO	12
5. DESARROLLO	23
5.1. MATERIAL Y METODOLOGÍA	23
5.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS	27
6. DISCUSIÓN	44
8. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	48
9. LÍNEAS DE INVESTIGACIONES FUTURAS	48
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXO I	58
ANEXO II	59
ANEXO III	60
ANEXO IV	61
ANEXO V	64

Índice de tablas

TABLA 1: PAPEL OTORGADO Y FRECUENCIA DE USO DE LOS LIBROS DE TEXTO EN EL CONTEXTO EDUCATIVO ESPAÑOL.	11
TABLA 2: TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN SOBRE LOS LIBROS DE TEXTO DE CIENCIAS POR ORDEN CRONOLÓGICO	15
TABLA 3: FORMATO DE RESPUESTAS PARA EL CUESTIONARIO	25
TABLA 4: MUESTRA DE ESTUDIO CON LOS TEMAS ANALIZADOS DE CADA CURSO.	26
TABLA 5: RESULTADOS DE 3º DE ESO	27
TABLA 6: RESULTADOS DE 4º DE ESO	28
TABLA 7: FRECUENCIA DE CADA RESPUESTA DEL CUESTIONARIO	29
TABLA 8: PROMEDIO DE LOS RESULTADOS DE CADA LIBRO DE TEXTO ANALIZADO	39
TABLA 9: DESARROLLO DE LA APROXIMACIÓN DE UNIDAD DIDÁCTICA	42

Índice de figuras y gráficos

FIGURA 1: LEYENDA DE LOS RESULTADOS GRÁFICOS	29
GRÁFICO 1: IDEAS PREVIAS	30
GRÁFICO 2: VOCABULARIO/COMPETENCIA LINGÜÍSTICA	31
GRÁFICO 3: ADQUISICIÓN DE PROCEDIMIENTOS/COMPETENCIA MATEMÁTICA	32
GRÁFICO 4: TRABAJO COOPERATIVO	33
GRÁFICO 5: CTS	34
GRÁFICO 6: CONTEXTO HISTÓRICO	35
GRÁFICO 7: IMAGEN DE LA FÍSICA	36

GRÁFICO 8: OTROS RECURSOS	37
GRÁFICO 9: COMPETENCIA SOCIAL Y CIUDADANA	37
GRÁFICO 10: COMPETENCIAS BÁSICAS	38
GRÁFICO 11: MEDIA DE LOS RESULTADOS PARA CADA LIBRO DE TEXTO ANALIZADO	39

Índice de abreviaturas

o Asociación Nacional de Editores de Libros y material de Enseñanza	ANELE
o Ciencia, Tecnología y Sociedad	CTS
o Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente	CTSA
o Educación Secundaria Obligatoria	ESO
o Instituto Nacional de Estadística	INE
o Ley Orgánica de Educación	LOE
o Ley Orgánica General del Sistema Educativo	LOGSE
o Real Academia Española	RAE
o Trabajo Fin de Máster	TFM
o Tecnologías de la Información y de la Comunicación	TIC
o Unidad de Investigación de Psicología do consumidor e usuario de la Universidad de Santiago de Compostela	USC-PSICOM

1. Resumen

Actualmente, se podría pensar que en un futuro próximo el libro de texto acabará siendo reemplazado por las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) y que carece de sentido dedicarle tiempo. Sin embargo, no hay aún evidencias claras para tal afirmación. De hecho, según algunos autores, la evolución de los materiales didácticos todavía no ha llegado a reemplazar al material en formato papel, aunque sea cada vez más frecuente el uso de soportes digitales. Además, tampoco está claro si el libro de texto será completamente sustituido por los formatos electrónicos o si continuará existiendo en formato impreso, lo que probablemente parece que ocurrirá.

Tras un breve estudio sobre la posición que ocupan los libros de texto como material educativo, parece importante comprobar su calidad y adecuación al proceso de enseñanza-aprendizaje. El presente trabajo analiza la forma en la que varios libros de texto del segundo ciclo de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) presentan los contenidos relacionados con la Física, dentro de la materia 'Física y Química'.

Por ello, mediante la aplicación de una herramienta, se analizan algunos libros de editoriales relevantes para descubrir cómo transmiten los contenidos de la Física en relación a la contextualización, las ideas previas, el uso de otros recursos, las actividades: problemas y experimentos, etc.

En base a los resultados, se hace una aproximación a una propuesta de mejora para la enseñanza de la Física reforzando las carencias encontradas en los libros.

Palabras clave: libros de texto, Física, análisis, material curricular, ESO

Abstract

Nowadays, it could be thought that textbooks will be substituted by new technologies in the near future making their study pointless. Nevertheless, there are not enough evidences to confirm it. In fact, according to some authors, the teaching materials have not been sufficiently developed to replace the printed material yet, though the use of digital format is increasing. In addition, it is not known if paper textbooks will be fully substituted by digital formats or they will continue coexisting.

After a brief study about how is the textbook situation in Spanish Education, it may be important check its quality and adequacy to the educational process. This investigation focuses on some Secondary Education textbooks to know specifically how contents on Physics, in the subject 'Physics and Chemistry', are displayed. Subsequently, an analysis tool for textbooks is used with the part of Physics of some Secondary Education textbooks, which belong to noted editorials, to discover how

these textbooks exhibit the contextualization, the alternative ideas, others resources, the activities: problems and experiments, etc.

With the results of this analysis, it is tried to improve the Physics teaching after finding what points should be improved.

Keywords: textbooks, Physics, analysis, teaching material, Secondary Education

2. Introducción

2.1 Una aproximación al marco teórico

Dentro de los materiales curriculares el libro de texto ocupa un lugar bastante importante. Algunos estudios indican que un 90% de los profesores del área de ciencias, utiliza el libro de texto el 95% del tiempo de la duración de la clase siendo muchas veces el libro de texto el que dicta el programa que se ha de seguir (Dall'Alba, Walsh, Bowden, Martin, Masters, Ramsden y Stephanou, 1993 citado en Caldeira, 2005).

Los libros de texto continúan siendo el recurso más utilizado (Brackenbridge, 1991; Dall'Alba et al., 1993 citado en Caldeira, 2005; Ribelles, Solbes y Vilches, 1995; Rodríguez, 1999; Campanario, 2001; Campanario, 2003; Perales, 2006; Parcerisa, 2006) debido a dos razones fundamentales. Por una parte, el profesor es consciente de que facilitan su labor y, por otra parte, contienen la estructura de los contenidos que se han de impartir a lo largo del curso y determinan el tiempo y las actividades (Rodríguez, 1999), esto es, se adaptan conceptualmente a lo dictado por el currículo oficial.

Según Rodríguez (1999), la evolución de los materiales didácticos todavía no ha llegado a reemplazar al material en formato papel, aunque sea cada vez más frecuente el uso de soportes digitales. Además, tampoco está claro si el libro de texto será completamente sustituido por los formatos electrónicos o continuará existiendo en formato impreso, lo que probablemente parece que ocurrirá, según estimó la 'Unidad de Investigación de Psicología do consumidor e usuario de la Universidad de Santiago de Compostela' (USC-PSICOM) en 2008.

Estos hechos hacen necesario analizar si el libro de texto responde de forma adecuada al proceso de enseñanza-aprendizaje teniendo en cuenta las nuevas demandas educativas en las ciencias, concretamente de 'Física' puesto que es la parte que interesa en este trabajo.

Según Furió, Vilches, Guisasola y Romo (2001), desde hace más de veinte años, los cambios realizados en el currículum de la educación secundaria han tratado de dar a los alumnos una 'alfabetización científica'. Esta consiste en que los futuros ciudadanos adquieran unos conocimientos básicos en materias científicas (Martín, 2002).

La importancia de que el alumnado reciba una adecuada formación científica está en hacer que la población tome conciencia de los problemas actuales y puedan dar una respuesta a los mismos (Martín, 2002). De igual forma, Solbes y Traver (2001) ven

necesario que los conocimientos y las decisiones relacionadas con temas científicos no recaigan en una minoría, por lo que los ciudadanos han de tener una formación al respecto para poder decidir y participar.

2.2 Justificación e importancia del trabajo

El Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2013) presenta las estadísticas de los alumnos de Bachillerato por modalidades, para el curso 2010-2011, en las que puede verse que hay un 43,7% de alumnos (de ambos sexos) matriculados en Ciencias y Tecnología frente a un 51,0% en Humanidades y Ciencias Sociales.

Según los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) (2013), los alumnos matriculados por primera vez en la Universidad en el curso 2010-2011 fueron 20.204 para Ciencias, 46.434 para Ciencias de la Salud y 59.156 para Ingenierías y Arquitectura, lo que suma un total de 122.794 frente a los 142.738 alumnos para Ciencias Sociales. La misma fuente muestra que para el curso 2006-2007 los alumnos de primer ciclo de las carreras relacionadas con las Ciencias (1.166), las Ciencias de la Salud (13.939) y las carreras técnicas (36.459) sumaban un total de 51.564 mientras que para las Ciencias Sociales el número de alumnos era de 72.723.

Con estos datos podemos confirmar que los alumnos, en efecto, se alejan de las ciencias (entendidas como ciencias del mundo natural) tal y como vienen anunciando numerosos autores (Ribelles et al., 1995; Pozo y Gómez, 2006; Solbes, Montserrat y Furió, 2007; Méndez, 2012).

Solbes et al. (2007) en su búsqueda de las causas por las que esto sucede, realizaron un estudio y determinaron que dentro de la visión negativa que los alumnos tienen de las ciencias, la Física y la Química tienen la peor valoración. Según los datos dicho estudio, llevado a cabo con alumnos de 3º y 4º de ESO, un porcentaje alto de alumnos (más del 70%) valoran negativamente la Física y la Química porque las encuentran muy difíciles, tediosas, con demasiadas fórmulas, alejadas de su vida diaria, de poco éxito y sin salida profesional.

Con ello se justifica la elección de la materia de 'Física y Química'. Ser tan negativamente valorada podría deberse a que su enseñanza y aprendizaje no se realiza de forma adecuada y es interesante evaluar si los libros de texto contribuyen o no a esta imagen negativa. Dentro de esta materia, se opta en concreto por la Física puesto que la autora de este trabajo es licenciada en Física y, por su propia experiencia, también ha visto que se tiene una imagen bastante escasa y distorsionada de esta ciencia en particular.

Dentro de los cursos de la ESO, se han escogido los del segundo ciclo porque en ellos los alumnos tienen por primera vez un contacto más directo con la Física en sí, a

través de la materia 'Física y Química'. Esto se debe a que, según el marco legislativo actual que determina el currículo, en el tercer curso de la ESO, la Física y la Química aún no son materias totalmente independientes ya que siguen dentro de 'Ciencias de la Naturaleza' junto a 'Biología y Geología'. Sin embargo, se nota una diferencia frente a los cursos del primer ciclo y en cuarto curso se presenta de forma independiente siendo una materia opcional.

Este trabajo, por tanto, aborda el análisis del libro de texto para determinar su forma de presentar los conocimientos científicos sobre la Física. La metodología utilizada para el análisis puede servir de herramienta orientativa a los profesores a la hora de elegir un libro de texto u otro.

El estudio comienza con el planteamiento de una serie de objetivos que se suceden con una revisión bibliográfica en relación al libro de texto. Primeramente, se define el concepto 'libro de texto', se muestra el lugar que ocupa hoy en día en las aulas y los diferentes criterios que fundamentan el análisis posterior del trabajo.

Más adelante, se expone la metodología utilizada para el análisis y los resultados obtenidos. En base a ellos, se ofrece una breve propuesta de mejora antes de llegar a la discusión y las conclusiones. Por supuesto, se hablará de las limitaciones de esta investigación y cuáles pueden ser los caminos para estudios posteriores.

3. Objetivos

Según Campanario (2001), seleccionar un libro de texto a muchos docentes les parece la "decisión curricular más importante" (p. 352). De manera que se considera necesario disponer de una herramienta que ayude en esta decisión y permita analizarlos para conocer sus carencias al abordar la enseñanza de las ciencias y, en particular, de la Física para este Trabajo Fin de Máster (TFM).

Con todo lo expuesto anteriormente, la finalidad de este trabajo consiste en alcanzar los siguientes objetivos.

3.1. Objetivo general

- Estudiar el modo de exponer los temas de Física de un conjunto de libros de texto de tercero y cuarto de ESO.

3.2. Objetivos específicos

- Realizar una revisión bibliográfica sobre el recurso 'libro de texto'.
- Estudiar qué herramientas existen para analizar libros de texto.

- Elaborar un cuestionario para llevar a cabo un análisis de los temas de Física en los libros de texto.

- Analizar en qué grado los contenidos están contextualizados y utilizan un lenguaje cercano al alumno.

- Examinar cómo son las actividades que presenta, los tipos de experimentos y si permite el trabajo cooperativo.

- Comprobar si abordan las ideas previas del alumno y si proponen otros recursos.

- Descubrir qué imagen de la Física ofrecen y la inclusión de relaciones Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS) y la Historia de la Ciencia.

- Determinar si se tienen en cuenta las competencias básicas.

- Hacer una propuesta aproximada de mejora para la enseñanza de la Física en base a los resultados obtenidos del análisis.

4. Marco teórico

4.1. Definición de ‘libro de texto’

Primeramente, cabe preguntarse qué se entiende por libro de texto. La Real Academia Española (RAE) lo define como “el que sirve en las aulas para que estudien por él los escolares” (RAE, 2013, web).

Parcerisa (2006) amplía esta definición considerando que un libro de texto es aquel que trata una materia concreta para un grupo de alumnos que está en un curso determinado. Los contenidos se dividen en temas y se espera que el profesor imparta la lección y el alumno la estudie de forma individual con la ayuda de la lectura y las actividades del libro. No obstante, continúa Parcerisa, aunque los libros fueran autosuficientes y cerrados, en los últimos años han aparecido otros materiales de apoyo al propio libro de texto.

El libro de texto también “es un mediador del conocimiento científico escolarizado entre el profesor y los estudiantes” (Zuñiga, 2009, p. 468).

Para la Asociación Nacional de Editores de Libros y material de Enseñanza (ANELE) (2012) el libro de texto tiene dos perspectivas. Por un lado, es una herramienta de aprendizaje y de trabajo en el ámbito educativo siendo transmisor del conocimiento y guía de profesores y alumnos y, por otra parte, sirve de espejo para la cultura del momento en el que fue impreso.

4.2. Papel del libro de texto en el ámbito educativo

Una vez visto qué es un libro de texto, estudiemos cuál es su papel actual desde el punto de vista educativo.

Dentro de los materiales curriculares, los libros de texto desempeñan un importante papel en la labor docente y, en numerosas ocasiones, son el principal recurso utilizado (Parcerisa, 2006) y de mayor influencia en los cursos de Primaria y Secundaria (Perales, 2006). De hecho, en palabras de Parcerisa (2006):

Llegan a condicionar de manera importante el tipo de enseñanza que se realiza, ya que muchos enseñantes lo utilizan de manera cerrada, sometiéndose al currículum específico que se refleja en él, tanto en lo que se refiere a los contenidos de aprendizaje como a la manera de enseñarlos (p. 35).

El grupo de investigación de la USC-PSICOM (2008) presentó los resultados de un estudio realizado para conocer qué importancia otorgaban padres y profesores al libro de texto. La tabla 1 muestra los resultados obtenidos en varias comunidades autónomas de España.

Este grupo de investigación concluyó, a la vista de dichos resultados, que tanto padres como profesores le daban un papel importante y que 3 de cada 4 profesores los utilizaban con frecuencia tanto a la hora de planificar como de dar clase.

Tabla 1: papel otorgado y frecuencia de uso de los libros de texto en el contexto educativo español.

CC. AA.	% de padres que consideran el libro de texto fundamental	% de profesores que consideran el libro de texto fundamental	% de profesores que usan el libro de texto como recurso planificador	% de profesores que usan el libro de texto como recurso docente
Castilla-La Mancha	84,3	51,5	78,7	82,4
Madrid	75,4	49,5	82,6	83,9
Andalucía	71,9	50,0	56,3	81,3
Aragón	71,8	46,6	83,2	83,9
La Rioja	69,5	64,8	83,5	93,4
Galicia	67,4	-	75,7	66,7
Asturias	66,7	-	70,2	66,1
Valencia	64,0	39,1	93,1	90,7
Cantabria	63,9	-	71,2	63,2
Cataluña	23,9	26,7	81,1	79,4

Elaborada a partir de USC-PSICOM, 2008.

Dentro de la enseñanza de las ciencias, Campanario (2003) afirma que probablemente en clases de ciencias el libro de texto sea el material didáctico más usado. Por su parte, Backenbridge (1991) asegura que la diferencia más destacada

entre la enseñanza de una materia como la Física frente a otra como la Historia es que la primera depende totalmente del libro de texto.

En consecuencia, es necesario disponer de herramientas que permitan evaluar este material curricular de cara al proceso de enseñanza-aprendizaje, porque “la validez de los materiales curriculares está en función de la ayuda que preste a los alumnos en el esfuerzo para comprender informaciones que les permitan adquirir conocimientos” (González y Macías, 2001, p. 31). De hecho, hay numerosas investigaciones al respecto, incluso propuestas para mejorar sus carencias o cambiarlos por otro tipo de recursos; sin embargo, actualmente, los profesores no tienen otros recursos de uso generalizado y de coste adecuado que sustituyan al libro de texto (Campanario, 2003).

Quedando ya demostrada la importancia del libro de texto hoy día en el ámbito educativo, se procede a ver cómo puede realizarse su análisis.

4.3. Análisis del libro de texto

Cuando se realiza un análisis, puede hacerse de maneras muy variadas, tanto de forma cualitativa como cuantitativa, y la bibliografía es abundante al respecto.

4.3.1. Métodos de análisis y temáticas investigadas en ciencias

En general, uno de los métodos más utilizados es el análisis de contenidos. Dentro de este tipo de análisis, los contenidos del libro, como se verá más adelante, pueden abordarse desde diversos puntos de vista: estudio de los contenidos, las ilustraciones, las actividades, tanto teóricas como prácticas, los errores conceptuales, etc.

Otros tipos de métodos abordan aspectos de tipo sociológico, ideológico, científico o pedagógico, como, por ejemplo, los análisis de género, la imagen de la Ciencia o la inclusión de relaciones CTS.

Se exponen a continuación algunos de los análisis realizados por diversos autores sobre libros de texto de ciencias por orden cronológico en los aproximadamente últimos veinte años. En la tabla 2 esta información está tabulada en función de los autores y la temática investigada.

La investigación de Tamir y García (1992) pretendía determinar cómo eran las prácticas de laboratorio ofrecidas por los libros de ciencias. La metodología de análisis se apoyaba en los siguientes puntos: nivel de indagación, las habilidades que el alumno ha de utilizar, qué tipo de relación se entabla en los grupos si estos existen o si es individual, los conocimientos que el alumno ya debía tener para realizar la práctica, la conexión con la teoría, cómo es la recogida de datos y el análisis de estos, la dificultad de los instrumentos, el tiempo y qué se aprende. Todos estos puntos se abordaban

mediante preguntas cuya respuesta consistía en una escala numérica de 0 a 3 para marcar la frecuencia de aparición, desde nunca hasta más de tres veces, respectivamente.

Pardo (1992) analizó diversos libros de texto buscando el enfoque CTS. Encontró que los temas que los incluían representaban un porcentaje muy bajo frente al resto y que, además, se trataban de forma diferente ya que aparecían elementos que no estaban en el resto de temas.

Ribelles et al. (1995) analizaron libros de 'Física y Química' y 'Biología y Geología' utilizando un cuestionario de 10 preguntas sobre las relaciones CTS y las características de la Ciencia.

Nuño, Ruipérez y Vázquez (1998) analizaron libros de texto de 'Ciencias de la Naturaleza' de la ESO, en los que también se incluía 'Física y Química' y 'Biología y Geología' de 3º y 4º, para comprobar si acogían los cambios del nuevo currículum y, para ello, se centraron en la metodología didáctica, Naturaleza e Historia de la Ciencia, relaciones CTS y aspectos como la educación ambiental y la coeducación. La herramienta utilizada en dicho análisis era una plantilla de preguntas de respuestas 'sí' o 'no'.

Islas y Guridi (1999) abordaron el estudio de las actividades planteadas en los libros de texto de Física. Dividieron las actividades en dos grupos: las experimentales y las que se resolvían a mano. Se basaron en criterios como la limitación de algunas leyes, la ausencia de variables que influían en los sistemas, peso del cálculo matemático sobre el estudio físico, relación con la teoría, etc. Analizaron después la frecuencia con la que aparecía cada categoría con respuestas como 'sí', 'no', 'algo', etc., según el criterio a analizar.

Jiménez y Perales (2001) realizaron un análisis secuencial, englobando aspectos sintácticos y curriculares, de los libros de texto. Dividieron el texto en párrafos, a los que llamaron 'eventos', según cumplían alguna de las siguientes funciones: evocación, definición, aplicación, descripción, interpretación y problematización. Al estar interesados en las ilustraciones, tuvieron que hacer también divisiones entre las partes ilustradas y las no ilustradas. La secuencia obtenida se representaba gráficamente y, posteriormente, se estudiaba la probabilidad de aparición de un evento y la probabilidad de ser seguido de otro para conocer la estructura de los contenidos.

Estos mismos autores, Perales y Jiménez (2002), se centraron en el estudio de las ilustraciones mostradas en libros de 'Física y Química' mediante la teoría de la doble codificación. Esta teoría es una teoría de asociación que combina los elementos verbales y los no verbales, como las imágenes, que influyen en nuestro sistema cognitivo (Sadoski y Paivio, 2001).

Calvo (2002) analizó diversos temas de Química de 3º de ESO a través de un cuestionario buscando también la adaptación al currículum oficial.

Manassero y Vázquez (2003) en un estudio sobre el género y la enseñanza de las ciencias destacaron que los libros de texto contribuyen a fomentar una imagen sexista y estereotipada de la Ciencia, además, de dejar poco lugar para las científicas.

El análisis de libros de texto realizado por Miranda (2004) buscaba saber hasta qué punto se realiza una adecuada educación sociolaboral no sesgada y para ello utilizó dos matrices (tablas) con las que se analizaba el contenido gráfico y lingüístico.

Alcocer, Carrión, Alonso y Campanario (2004) realizaron un estudio sobre la aparente arbitrariedad, es decir, sobre la falta de justificación al explicar los contenidos de Física y Química porque podría ser causa de las dificultades de aprendizaje que tienen los alumnos de estas materias. Para ello, la metodología consistía en una exploración de los temas.

Carrascosa (2005) estudió las explicaciones y las imágenes en los libros de texto encontrando que contienen graves errores conceptuales los cuales, además, tienden a fomentar las ideas previas erróneas del alumnado.

Furió-Gómez, Solbes y Furió-Más (2006) realizaron un estudio sobre la termoquímica en libros de Bachillerato y Universidad. El objeto de su trabajo era analizar la imagen distorsionada de la Ciencia y su actividad. La metodología empleada consistía en un cuestionario de 15 preguntas de respuestas 'sí' o 'no' que abarcan los puntos de análisis: Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), ideas previas, aspectos históricos, conceptuales, contextualización de conceptos, etc. Los resultados presentados mostraban la frecuencia de las respuestas afirmativas.

Pro, Sánchez y Valcárcel (2008) realizaron análisis de libros de texto de 'Física y Química' de 3º y 4º de ESO para comprobar si se adaptaban a los cambios introducidos por la Ley Orgánica General del Sistema Educativo (LOGSE) centrándose en los contenidos: conceptuales, procedimentales y actitudinales. La metodología utilizada fueron unas tablas comparativas en las que para los contenidos conceptuales recogían los conceptos que aparecían en los temas mientras que para los procedimentales y actitudinales aparecían dichos conceptos y la frecuencia con la que lo hacían.

Zuñiga (2009) investigó sobre la imagen de la Ciencia que ofrecían los libros de texto.

Medina (2009) estudió libros de texto de Secundaria, centrándose en la Física, analizando la frecuencia con la que aparecían las ilustraciones, los experimentos, las diversas actividades y los proyectos.

Miguel y Slisko (2010) analizaron diversos libros de texto de ciencias buscando la veracidad histórica del experimento de Galileo del plano inclinado. Para ello, formularon unas preguntas a los temas de cuyas respuestas obtuvieron sus resultados.

Tabla 2: trabajos de investigación sobre los libros de texto de ciencias por orden cronológico

Autores	Temática investigada
Tamir y García (1992)	Actividades prácticas
Pardo (1992)	Relaciones CTS
Ribelles, Solbes y Vilches (1995)	Relaciones CTS y características de la Ciencia
Nuño, Ruipérez y Vázquez (1998)	Metodología didáctica, Naturaleza e Historia de la Ciencia, CTS y educación ambiental y coeducación
Islas y Guridi (1999)	Actividades de Física
Jiménez y Perales (2001)	Análisis secuencial de ilustraciones
Perales y Jiménez (2002)	Ilustraciones
Calvo (2002)	Adaptación al currículo
Manassero y Vázquez (2003)	Perspectiva de género y enseñanza de las ciencias
Miranda (2004)	Educación sociolaboral no sesgada
Alcocer, Carrión, Alonso y Campanario (2004)	Contenidos de tipo conceptual
Carrascosa (2005)	Errores conceptuales
Furió-Gómez, Solbes y Furió-Más (2006)	Imagen distorsionada de la Ciencia
Pro, Sánchez y Valcárcel (2008)	Contenidos: conceptuales, procedimentales y actitudinales
Zuñiga (2009)	Imagen de la Ciencia
Medina (2009)	Ilustraciones, experimentos, actividades y proyectos.
Miguel y Slisko (2010)	Uso de la Historia (experimento de Galileo)

Fuente: elaboración propia

4.3.2. Criterios del análisis

Dependiendo de lo que quiera estudiarse, se elige un método de análisis u otro. Una vez conocido qué quiere investigarse en los libros de texto se escogen los criterios para llevar a cabo dicho análisis. Los criterios se basan en unos indicadores o categorías que consisten en ítems que representan una parte de la realidad educativa y al analizarlos se pueden juzgar y tener un punto de partida para la mejora (Casanova, 1992 citado en González y Macías, 2001). Naturalmente la elección de los indicadores no es sencilla y siempre está sujeta a discusión (Elliot, 1992 citado en González y Macías, 2001).

Una vez determinado qué se quiere estudiar y se han elegido los criterios para hacerlo, el cuestionario parece ser la herramienta más adecuada para abordar el análisis (González y Macías, 2001) dada su sencillez y eficacia.

Como se ha mostrado anteriormente, los análisis de un libro de texto son amplios ya que abarcan aspectos muy variados y diferentes. En consecuencia, al no ser objetivo de este TFM analizar todos los criterios posibles, se hace una selección de los que se consideran más relevantes.

4.3.2.1. Ideas previas

En numerosos países, desde hace ya algún tiempo, se ha utilizado el enfoque constructivista para reformar la enseñanza de las ciencias (Fernández, Tuset, Ross, Leyva y Alvídrez, 2010). Aunque bajo el título de ‘constructivismo’ puedan englobarse diversas teorías, existen unos puntos comunes según los cuales el aprendizaje se realiza por la elaboración personal de cada uno, acercándose a lo nuevo con lo que se conoce anteriormente (Solé y Coll, 2007), es decir, que para el constructivismo lo que se aprende se basa en lo que ya se sabe (Fernández et al., 2010).

En palabras de Solé y Coll (2007): “No sólo modificamos lo que ya poseíamos, sino que también interpretamos lo nuevo de forma peculiar, de manera que podamos integrarlo y hacerlo nuestro” (p.16).

Antes de comenzar cualquier tema, el alumno ya posee “un conjunto diverso de ideas previas o preconcepciones sobre los contenidos científicos que casi siempre son erróneas” (Campanario y Otero, 2000, p. 156). Por lo que hay que prestarles atención y el profesor debe conocerlas al principio para abordar y facilitar el aprendizaje correcto de los contenidos.

Por tanto, será objeto de estudio si en los temas de Física se abordan las ideas previas al inicio. Al igual que si presenta situaciones de disonancia cognitiva, es decir, situaciones para enfrentar al alumno con sus propias ideas preconcebidas.

4.3.2.2. Vocabulario/Competencia lingüística

La lectura del libro de texto normalmente es el modo de obtener la información y es fundamental comprender el texto para iniciar el aprendizaje (Solaz-Portolés, 2009). Por ello, el lenguaje es clave para que se produzcan los procesos de aprendizaje y hay que tener en cuenta que el lenguaje empleado en ciencias es diferente al de la vida cotidiana puesto que requiere más del alumno y suele ser necesario un conocimiento previo (Barletta y Mizuno, 2005).

De ello se deduce la importancia de analizar si el lenguaje y el vocabulario empleados en los libros de texto facilitan la comprensión de los contenidos o lo hace de forma demasiado abstracta dificultando la comprensión y el posterior aprendizaje.

No obstante, el lenguaje y el vocabulario no sirven únicamente para que el alumno comprenda. Dentro de las competencias básicas, dadas por el marco legislativo actual, existe una competencia de comunicación lingüística referida “a la utilización del lenguaje como instrumento de comunicación oral y escrita, de representación, interpretación y comprensión de la realidad, de construcción y comunicación del conocimiento y de organización y autorregulación del pensamiento, las emociones y la conducta.” (Real Decreto 1631, 2006, p 686). Por esto, con un buen uso del vocabulario

científico y una buena enseñanza del mismo se puede contribuir a la adquisición de una de las competencias básicas más fundamentales como es la competencia lingüística.

En consecuencia, será objeto de estudio si en la parte de Física el lenguaje y el vocabulario del libro de texto se adapta al nivel cognitivo de alumno permitiéndole una mejor comprensión para el aprendizaje y el desarrollo de la competencia lingüística.

4.3.2.3. Adquisición de procedimientos/Competencia matemática

Algunos autores señalan que los alumnos tienen dificultades, no solamente con la comprensión de los conceptos teóricos, sino también al resolver problemas cuantitativos y cualitativos (Pozo y Gómez, 2006).

Dentro de estas dificultades estos autores destacan que las más comunes suelen ser que los alumnos no utilizan los procedimientos aprendidos en otros contextos, los resultados no son relevantes para el alumno porque suelen limitarse a resolver el problema matemático y no tener en cuenta el aspecto científico que hay detrás, se fija más en el resultado final que en el proceso con el que lo obtiene y los problemas carecen de interés.

En numerosas ocasiones, los ejercicios y problemas se limitan a aplicar sin más una fórmula para obtener un resultado numérico. Caldeira (2005) señala que muchos alumnos asumen que el conocimiento científico consiste en memorizar unas fórmulas y unos datos obviando la estructura teórica que hay detrás. Saber desarrollar el marco matemático con el que se sostiene la Física es importante puesto que, además, contribuye a desarrollar la competencia matemática que

En definitiva, supone aplicar aquellas destrezas y actitudes que permiten razonar matemáticamente, comprender una argumentación matemática y expresarse y comunicarse en el lenguaje matemático, utilizando las herramientas de apoyo adecuadas, e integrando el conocimiento matemático con otros tipos de conocimiento para dar una mejor respuesta a las situaciones de la vida de distinto nivel de complejidad. (Real Decreto 1631, 2006, p. 687).

Sin embargo, los ejercicios-receta que se centran exclusivamente en la resolución de un cálculo numérico conllevan el peligro de que la Física acabe perdiendo su sentido científico.

Ocurre igualmente con las experiencias prácticas. Solbes et al. (2007) afirman que una práctica de laboratorio en la que el alumno tiene determinados todos los pasos a seguir (de nuevo es otra receta) es menos enriquecedora y motivadora que si se le plantea una pequeña investigación en la que el alumno toma parte activa y lo será aún más si está dentro del tema y no al final de este como un anexo.

Por otra parte, algunos libros de texto proponen experiencias que requieren materiales que no están al alcance del alumno o del profesor.

En base a todo esto, dentro de la adquisición de procedimientos, se trata de analizar cómo son los ejercicios, problemas y experimentos propuestos para la Física comprobando si estos están contextualizados con situaciones familiares al alumno y le hacen pensar, en vez de seguir una receta, para promover tanto el conocimiento científico como el matemático.

4.3.2.4. Trabajo cooperativo

Cuando los alumnos trabajan en grupos pequeños para realizar una actividad cuya finalidad es el aprendizaje y se les evalúa al respecto tanto a nivel individual como grupal, se habla de aprendizaje cooperativo (Lobato, 1997). No obstante, no se trata de un mero trabajo o actividad en grupo. Han de cumplirse una serie de condiciones, esto es: interdependencia positiva, exigibilidad personal, interacción positiva entre los alumnos, habilidades interpersonales y grupales y autoevaluación del grupo (Bará y Domingo, 2005).

Pujolàs (2004 citado en Suárez, 2010) considera que el aprendizaje cooperativo debe hacer que los alumnos tomen parte activa y directa en él y llevándolo a cabo del modo adecuado, mediante la verdadera cooperación, el aprendizaje mejora de forma significativa y se aprende más.

Ahora bien, frente al aprendizaje individual o competitivo, el aprendizaje cooperativo ha demostrado ser más ventajoso (Pujolàs, 2009). Diversas experiencias prácticas en las que se utilizó este tipo de aprendizaje muestran una mejora de resultados ante otras formas más tradicionales. Como ejemplos de casos concretos de secundaria en temas relacionados con 'Física', están los trabajos de Pathak, Jacobson, Kim y Zhang (2011) sobre la electricidad, los de Méndez (2012) sobre diversos conceptos como la densidad, el calor, la temperatura, etc. y los de Gómez e Insausti (2005) para temas sobre la energía y la luz.

Por tanto, la herramienta de análisis comprobará si los libros de texto contienen actividades que permitan realizar trabajo cooperativo.

4.3.2.5. Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)

La inclusión de un enfoque CTS no es capricho. Numerosos autores están de acuerdo desde hace años hasta hoy en día en que contribuye a motivar al alumnado y a crear una imagen mejor y más correcta de la ciencia.

Pardo (1992) destaca entre las ventajas de enseñar ciencia a través de CTS que se tienen en cuenta los contenidos actitudinales, que estaban en desventaja frente a otro tipo de contenidos y dado que la ciencia es parte de la cultura, contribuye a que el estudiante adquiera una visión crítica. Por su parte, Del Carmen (1997) señala que los

alumnos dejan de ver la Ciencia, en especial la Física y la Química, de forma abstracta y formal para descubrir que tiene implicaciones sociales, humanas, éticas y políticas.

En el estudio de Solbes et al. (2007) se muestra que un 47,1% de los alumnos no piensan que la Física y la Química hayan contribuido a la sociedad mientras un 11,7% se abstiene de contestar al respecto. Estos resultados ponen de manifiesto que las relaciones CTS aún no está dentro de la enseñanza de la Física y la Química como cabría desear y por eso conviene analizar si los libros de texto las tienen en cuenta.

Se analizará si las relaciones CTS se incluyen en los libros de texto y si aparecen junto a los contenidos.

4.3.2.6. Contexto histórico

Solbes y Traver (2001) realizaron un estudio con el que obtuvieron que los alumnos podrían sentirse más interesados por la Física y la Química si se incluyese una visión histórica dentro de los contenidos dando una mejor imagen de la Ciencia mostrando el contexto en el que se desarrolla y el trabajo del científico. También se evita caer en el reduccionismo de la Ciencia y dar una imagen poco crítica sobre cómo es el estudio científico (Zuñiga, 2009).

Al hablar de contexto histórico, no se trata de dar datos o nombres de científicos sin más, sino de mostrar el contexto de la época y la importancia de los descubrimientos (Caldeira, 2005). Dentro de ese contexto las ideas se entienden mejor, se conocen las corrientes de pensamiento que había en las que los alumnos pueden descubrir que algunas de sus ideas erróneas fueron compartidas por otros en el pasado y se descubren qué dificultades y críticas tuvieron afrontar las nuevas ideas hasta ser aceptadas (Monk y Osborne, 1997).

En consecuencia, se estudiará si aparece la Historia de la Física y si los contenidos están acompañados del contexto histórico.

4.3.2.7. Imagen de la Ciencia-Física

Muchos autores coinciden en que la imagen que se da de la Ciencia está descontextualizada y que no se corresponde con la realidad puesto que “se transmite la idea de un conocimiento estático, acabado y producido por algunos genios aparecidos esporádicamente a lo largo de la historia” (Nuño et al, 1998, p. 119) en vez de mostrarla como “un proceso de construcción social (...) cuya evolución está sujeta a los intereses políticos, económicos y sociales de cada momento” (Martín, 2002, p. 59). También Pozo y Gómez (2006) apuntan que “aprender ciencia debe ser por tanto una tarea de comparar y diferencias modelos, no de adquirir saberes absolutos y verdaderos” (p. 25).

Dentro de este punto, resulta curioso destacar que en el estudio realizado por Solbes et al. (2007) se obtuvo que la mayoría de los alumnos cree que los científicos “inventan los armamentos, investigan sobre ello, investigan las mejoras de su eficacia (...). Ninguno de ellos menciona el papel jugado por los científicos en defensa de la paz” (p. 102). Esto da una idea de por qué se tiene una visión negativa de la Física y la Química puesto que se relacionan con el armamento, la energía nuclear y la contaminación (Ribelles et al., 1995).

Estudiar si los libros de texto son conscientes de ello y dan una imagen correcta de la Física, será otro de los puntos a abordar por este trabajo. Por ello, nos preguntaremos si la muestran como un conocimiento absoluto o no, si enseñan su labor colectiva y las contribuciones tanto positivas como negativas que puede aportar a la sociedad.

4.3.2.8. Otros recursos

Ya se ha visto el peso del libro de texto como recurso, pero eso no implica que sea el único que deba utilizarse.

Según USC-PSICOM (2008) cada vez son más los profesores que buscan otros recursos para extender alguna parte del tema, en especial con la utilización de las TIC. Por otra parte, Solbes (2009) dice que es posible acrecentar el interés de los alumnos por las ciencias mediante el uso de las TIC, juguetes tecnocientíficos, etc.

Por tanto, con este punto se trata de analizar si los propios libros de texto facilitan estos recursos para abarcar o ampliar contenidos que ellos mismos no incluyen. Por ejemplo, lecturas, enlaces a páginas webs para consultar más información, ver un vídeo, una simulación, etc.

4.3.2.9. Adquisición de competencia social y ciudadana

Dadas las implicaciones sociales de la Ciencia, no se trata solamente de que el alumno las conozca, sino de que tome una actitud frente a ellas. Con esto se aborda la competencia social y ciudadana la cual pretende que el alumno sea consciente de su entorno social para que lo mejore a través del compromiso, la cooperación, la convivencia y el ejercicio de la democracia. “En ella están integrados conocimientos diversos y habilidades complejas que permiten participar, tomar decisiones, elegir cómo comportarse en determinadas situaciones y responsabilizarse de las elecciones y decisiones adoptadas.” (Real Decreto 1631, 2006, p. 688).

Por ello, se trata de analizar en los libros de texto si tienen en cuenta esta dimensión desde el punto de la Física.

4.3.2.10 Otras competencias básicas

Según el Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la ESO, la inclusión de las competencias básicas dentro del currículo busca fomentar los aprendizajes más imprescindibles para que el alumno se desarrolle a nivel personal, se convierta en un ciudadano activo, se integre en la adultez de modo satisfactorio y continúe el aprendizaje durante su vida.

Los objetivos del desarrollo de las competencias básicas son incorporar los diferentes aprendizajes, ya sean formales, informales o no formales, aplicar lo aprendido en diversas situaciones y contextos y, por último, orientar la enseñanza sirviendo de guía a la hora de tomar decisiones en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las competencias básicas no se adquieren con una única materia, sino que para su desarrollo, cada materia debe hacer su aportación junto a otras medidas del propio centro.

Las competencias básicas se enumeran y explican brevemente a continuación.

La primera es la competencia en comunicación lingüística. Ella engloba todo lo relacionado con el uso correcto del lenguaje tanto oral como escrito. Se pretende que el alumno sea capaz de expresarse, dialogar, debatir, comunicar, escuchar, comprender, leer, escribir.

La segunda es la competencia matemática, referida al uso del lenguaje matemático: números, operaciones, símbolos. Se trata de que el alumno utilice la lógica, la inducción, la deducción, se enfrente a problemas y los resuelva mediante técnicas de cálculo y representación.

Estas dos competencias, de las que ya se ha hablado en los apartados anteriores, se valoran en este TFM de modo más específico al realizar un análisis del vocabulario y al estudiar los procedimientos matemáticos y no matemáticos a la hora de resolver problemas de clase.

La competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico es la tercera. Al hablar de mundo físico se refiere a los aspectos naturales y a los producidos por el ser humano. Se busca que el alumno utilice el pensamiento científico y técnico para analizar la información y decidir en temas científicos y tecnológicos que influyen en la vida cotidiana y de la sociedad. También pretende que el alumno valore el conocimiento científico y las implicaciones éticas de su desarrollo. Esto incluye la responsabilidad en el uso de los recursos naturales, del medio ambiente, del consumo y de la protección de la salud. Puede verse la relación entre esta competencia y las relaciones CTS que se pretenden analizar.

La cuarta es sobre el tratamiento de la información y competencia digital. Esta se refiere a la búsqueda, obtención, procesamiento y comunicación de la información para posteriormente hacerla conocimiento utilizando diversos soportes, incluyendo los que proporcionan las TIC. Esto también justifica el empleo de otros recursos, además del libro de texto.

La quinta es la competencia social y ciudadana, de la que se acaba de hablar en el apartado anterior para su análisis más concreto, que implica que el alumno conozca su entorno social, actúe de forma democrática apoyándose en los valores de la Declaración de los Derechos Humanos, sea responsable ante sus derechos y obligaciones y colabore para la mejora de la sociedad.

La sexta es la competencia cultural y artística. Con ella se busca que el alumno conozca, respete y tenga una visión crítica frente a otras culturas y expresiones artísticas. Igualmente se trata de que desarrolle su propia capacidad artística, participe en eventos culturales y conserve el patrimonio artístico y cultural. Dado que la Ciencia también es cultura (Pardo, 1992), esta competencia se relaciona también con la Historia de la Ciencia y el enfoque CTS.

La séptima es la competencia para aprender a aprender que supone conocer, gestionar y evaluar los conocimientos y las capacidades de uno mismo, además del pensamiento estratégico, la cooperación y el manejo de las técnicas de aprendizaje.

Por último, la octava versa sobre la autonomía e iniciativa personal que engloba todo lo relacionado con la creación de proyectos tanto individuales como colectivos siendo creativo, confiado, responsable y crítico.

Estas dos últimas competencias pueden relacionarse con el trabajo cooperativo.

En consecuencia, dada la importancia del desarrollo de estas ocho competencias, nuestro análisis busca determinar hasta qué punto aparecen estas competencias dentro de los contenidos de la Física de los libros de texto.

5. Desarrollo

En este apartado se expone el material y la metodología utilizada para realizar el estudio de este trabajo, se justifica el marco de revisión bibliográfica empleado así como los medios para llegar a los objetivos propuestos.

Se muestran después los resultados obtenidos, el análisis de los mismos y la propuesta aproximada de mejora para la enseñanza de la Física.

5.1. Material y metodología

5.1.1. Metodología cualitativa

Mediante la utilización de buscadores online de artículos, libros, revistas y tesis como Dialnet, ISOC y Recolecta o recurriendo en otras ocasiones al buscador Google y Google Académico, se ha encontrado lo necesario para crear el marco teórico de este trabajo.

En su elaboración se han utilizado fuentes primarias y secundarias. Cuando ha sido posible, se ha intentado llegar a las fuentes primarias; aunque no siempre se han podido alcanzar.

Para realizar las búsquedas, se ha recurrido a palabras clave como 'libros de texto', 'análisis de libros de texto', 'análisis de libros de texto ciencias secundaria', 'ideas previas', 'imagen ciencia', 'alfabetización científica', 'trabajo cooperativo', etc.

A veces los resultados de dichas búsquedas, nos ponían sobre la pista de otros autores de relevancia como, por ejemplo, Solbes, Furió, Campanario, Pro, Parcerisa, Ribelles; por lo que se intentaban buscar directamente mediante el nombre del autor o el título del artículo.

Los trabajos en materia de análisis de libros de texto de ciencias de Tamir y García (1992), Ribelles et al. (1995), Nuño et al. (1998), Islas y Guridi (1999), Jiménez y Perales (2001), Calvo (2002), Manassero y Vázquez (2003), Miranda (2004), Alcocer et al. (2004), Carrascosa (2005), Furió-Gómez et al. (2006), Pro et al. (2008), Zuñiga (2009), Medina (2009) y Miguel y Slisko (2010) han servido para conocer los diversos modos de abordar un análisis y qué aspectos se podían elegir para el estudio.

El trabajo de Campanario y Otero (2000) sobre las ideas previas de los alumnos en ciencias junto al enfoque constructivista de Fernández et al. (2010) y Solé y Coll (2007) ha servido para la creación del primer punto abordado en nuestra herramienta de análisis.

El artículo de Solaz-Portolés (2009) y el trabajo de Barletta y Mizuno (2005) sobre la importancia del lenguaje han puesto de manifiesto la importancia de emplear en los

textos de ciencias un lenguaje y vocabularios apropiados al alumno siendo este uno de los puntos que se analizan.

Para el trabajo cooperativo han sido útiles los trabajos de Lobato (1997), Pujolàs (2009) y Bará y Domingo (2005) mientras que los resultados de Pathak (2011), Méndez (2012) y Gómez e Insausti (2005), en la realización de trabajo cooperativo sobre temas de Física, justifican la inclusión de este punto para nuestra herramienta de análisis.

El libro de Pozo y Gómez (2006) ha ayudado a conocer las dificultades de los alumnos con los procedimientos al igual que para defender la idea de que la Ciencia no ha de ser enseñada como una verdad absoluta, sino como modelos que tratan de responder a lo que se observa en la realidad.

El artículo de Caldeira (2005) en el que se pregunta sobre si los libros de texto son como deberían nos ha dado las pautas para saber qué esperar de los ejercicios y problemas y de cómo ha de enseñarse el contexto histórico. Al igual que los artículos de Monk y Osborne (1997), Zuñiga (2009) y Solbes y Traver (2001) han destacado la importancia y necesidad de incluir el contexto histórico dentro de las enseñanzas de las ciencias.

Las investigaciones de Solbes et al. (2007) y Ribelles et al. (1995) han mostrado la imagen negativa que tienen los alumnos de la Física y la Química. También junto a Pardo (1992) y Del Carmen (1997) llaman la atención sobre la inserción de relaciones CTS para mejorar la imagen de las ciencias.

El Real Decreto 1631/2006 ha sido de gran utilidad para aclarar todo lo relacionado con las competencias y el modo en el que se incluye la Física dentro de la ESO. Igualmente, han sido de utilidad los datos del Ministerio de Educación sobre el porcentaje de alumnos en las diversas modalidades de Bachillerato, los de del INE a nivel universitario y los de USC-PSICOM sobre la situación del libro de texto.

Finalmente, apoyándose en el marco teórico anteriormente expuesto, este trabajo elabora su análisis de temas de Física en libros de texto del segundo ciclo de la ESO en base a los siguientes puntos:

- Ideas previas
- Vocabulario/Competencia lingüística
- Adquisición de procedimientos/Competencia matemática
- Trabajo cooperativo
- CTS
- Contexto histórico
- Imagen de la Ciencia-Física
- Otros recursos
- Competencia social y ciudadana

- Otras competencias básicas

5.1.2. Metodología cuantitativa

La metodología utilizada se basa en un cuestionario aplicado al propio libro de texto porque el cuestionario ha sido la herramienta empleada en los análisis realizados por otros autores en relación al tema a estudiar en este TFM (Ribelles et al., 1995; Nuño et al., 1998; Calvo, 2002; Furió-Gómez, 2006), como ya se ha comentado en el marco teórico.

Cabe destacar que el cuestionario es de elaboración propia a raíz de las diversas lecturas (Pardo, 1992; Ribelles et al., 1995; Nuño et al., 1998; Campanario y Otero, 2000; Solbes y Traver, 2001; Calvo, 2002; Barletta y Mizuno, 2005; Caldeira, 2005; Solbes et al., 2007; Pujolàs, 2009...). Se podría pensar que puesto que ya existen cuestionarios de valoración de libros de texto, es innecesario crear uno más. Sin embargo, ninguno de los artículos consultados contempla el análisis conjunto de todos los criterios de este cuestionario. Lo que se pretende en este TFM no es realizar un análisis en profundidad de un, dos o tres criterios en concreto; sino poder abarcar en una misma herramienta lo que se ha considerado más importante de forma sencilla y sin realizar un cuestionario excesivamente largo.

El cuestionario con el que se realiza el análisis tiene 20 preguntas que contienen los puntos anteriormente descritos y en cuya respuesta se utiliza una escala numérica del 1 al 5 que abarca desde 'nunca' hasta 'siempre', respectivamente.

Tabla 3: formato de respuestas para el cuestionario

Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
1	2	3	4	5

Esta herramienta es de tipo orientativo. Cuando se precisara su aplicación académica, es decir, si un profesor quisiera aplicarla para evaluar un libro de texto en particular, podría adaptar los puntos a las características específicas del grupo concreto de alumnos.

Cuando se aplique el cuestionario a cada tema de la Física y se obtengan los resultados, estos se tabulan, se representan de forma gráfica y se analizan. Las respuestas con la numeración más baja marcarán los puntos débiles sobre los cuales se realiza la propuesta de mejora.

5.1.3. Muestra a estudio

Para llevar a cabo este análisis se cuenta con dos libros de texto de 3º de ESO de las editoriales ED1 y ED2 y dos de 4º de ESO de las editoriales ED3 e ED4. En el anexo II se pueden encontrar más detalles.

El cuestionario se aplica a cada uno de los temas relacionados directamente con la Física, que aparecen en la tabla 4.

Tabla 4: muestra de estudio con los temas analizados de cada curso.

Curso	Editorial	Temas de Física analizados
3º ESO	ED1	T1. Cargas y fuerzas eléctricas
		T2. La corriente eléctrica
3º ESO	ED2	T1. La electricidad
		T2. Corriente eléctrica y producción de energía
4º ESO	ED3	T1. Introducción al movimiento. Cinemática
		T2. Las fuerzas y sus efectos en los sólidos. Estática
		T3. Las fuerzas y sus efectos en los fluidos. Hidrostática
		T4. Dinámica. Fuerzas y movimiento
		T5. Gravitación y modelos cosmológicos
		T6. Trabajo y calor
		T7. Ondas. Transporte de energía
4º ESO	ED4	T1. El movimiento
		T2. Las fuerzas
		T3. Fuerzas gravitatorias
		T4. Fuerzas y presiones en fluidos
		T5. Trabajo y energía
		T6. Transferencia de energía: calor
		T7. Transferencia de energía: ondas

Puede observarse que para 3º de ESO hay menos temas que para 4º de ESO debido a que, dentro de 'Física y Química', el currículum oficial de este curso, engloba más parte de Química.

5.2. Resultados y análisis

En las siguientes tablas (tabla 5 y tabla 6) se hallan tabulados los datos obtenidos mediante el cuestionario.

Tabla 5: resultados de 3º de ESO

Cuestión	ED1 T1	ED1 T2	ED2 T1	ED2 T2
1	2	2	2	2
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3
4	3	3	3	3
5	2	2	2	2
6	3	2	3	2
7	3	3	3	3
8	3	2	2	2
9	3	3	1	2
10	2	3	1	1
11	2	3	2	2
12	1	2	1	1
13	3	3	3	2
14	3	3	1	1
15	1	1	1	1
16	1	1	1	1
17	3	2	2	2
18	4	4	4	4
19	2	2	1	2
20	3	3	2	2

Tabla 6: resultados de 4º de ESO

Cuestión	ED3 T1	ED3 T2	ED3 T3	ED3 T4	ED3 T5	ED3 T6	ED3 T7
1	5	5	5	5	5	5	4
2	1	1	2	1	1	2	2
3	4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4	4
5	3	3	3	3	4	4	3
6	3	3	3	3	4	3	3
7	3	3	4	3	3	2	2
8	2	2	3	2	2	2	1
9	1	1	3	2	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1
11	2	2	2	2	3	3	2
12	1	1	1	1	1	2	2
13	1	1	2	3	5	3	3
14	1	1	1	2	3	1	1
15	1	1	1	1	2	2	2
16	1	1	1	2	3	1	1
17	1	1	2	1	3	1	2
18	2	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	1
20	2	2	2	2	2	2	2
Cuestión	ED4 T1	ED4 T2	ED4 T3	ED4 T4	ED4 T5	ED4 T6	ED4 T7
1	4	3	2	3	3	4	4
2	4	3	1	3	3	4	4
3	4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4	4
5	4	3	3	3	3	3	3
6	3	3	2	3	3	3	3
7	5	4	4	3	4	4	4
8	4	3	2	2	3	3	3
9	1	2	1	3	1	2	1
10	1	1	1	1	1	2	1
11	3	1	3	2	3	2	3
12	3	1	3	1	3	2	2
13	2	3	4	2	1	1	2
14	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	3	2	1	1	1
16	1	2	3	1	1	1	1
17	2	2	3	2	2	2	2
18	2	2	3	2	2	2	2
19	3	1	1	1	1	2	1
20	3	2	2	2	2	3	2

La tabla 7 muestra la frecuencia de cada respuesta a las preguntas del cuestionario.

Tabla 7: frecuencia de cada respuesta del cuestionario

Cuestión	Nunca (%)	Casi nunca (%)	A veces (%)	Casi siempre (%)	Siempre (%)
1	0,0	27,8	16,7	22,2	33,3
2	27,8	38,9	16,7	16,7	0,0
3	0,0	0,0	22,2	77,8	0,0
4	0,0	0,0	22,2	77,8	0,0
5	0,0	22,2	61,1	16,7	0,0
6	0,0	16,7	77,8	5,6	0,0
7	0,0	11,1	50,0	33,3	5,6
8	5,6	55,6	33,3	5,6	0,0
9	55,6	22,2	22,2	0,0	0,0
10	83,3	11,1	5,6	0,0	0,0
11	5,6	55,6	38,9	0,0	0,0
12	55,6	27,8	16,7	0,0	0,0
13	22,2	27,8	38,9	5,6	5,6
14	77,8	5,6	16,7	0,0	0,0
15	72,2	22,2	5,6	0,0	0,0
16	77,8	11,1	11,1	0,0	0,0
17	22,2	61,1	16,7	0,0	0,0
18	33,3	38,9	5,6	22,2	0,0
19	72,2	22,2	5,6	0,0	0,0
20	0,0	77,8	22,2	0,0	0,0

Se muestran a continuación los resultados gráficos divididos según las cuestiones relacionadas con los diversos puntos analizados.

Cada color representa un tema, siendo los tonos verdes para la ED1, los amarillos para la ED2, los azules para la ED3 y los naranjas para la ED4. La figura 1 muestra la leyenda.

Figura 1: leyenda de los resultados gráficos

■ ED1 T1	■ ED1 T2	■ ED2 T1	■ ED2 T2	■ ED3 T1	■ ED3 T2
■ ED3 T3	■ ED3 T4	■ ED3 T5	■ ED3 T6	■ ED3 T7	■ ED4 T1
■ ED4 T2	■ ED4 T3	■ ED4 T4	■ ED4 T5	■ ED4 T6	■ ED4 T7

Ideas previas

1. ¿Aborda las ideas previas de los alumnos antes de comenzar los temas?
2. ¿Muestra experiencias que produzcan disonancia cognitiva para que el alumno sea consciente del error de sus ideas preconcebidas?

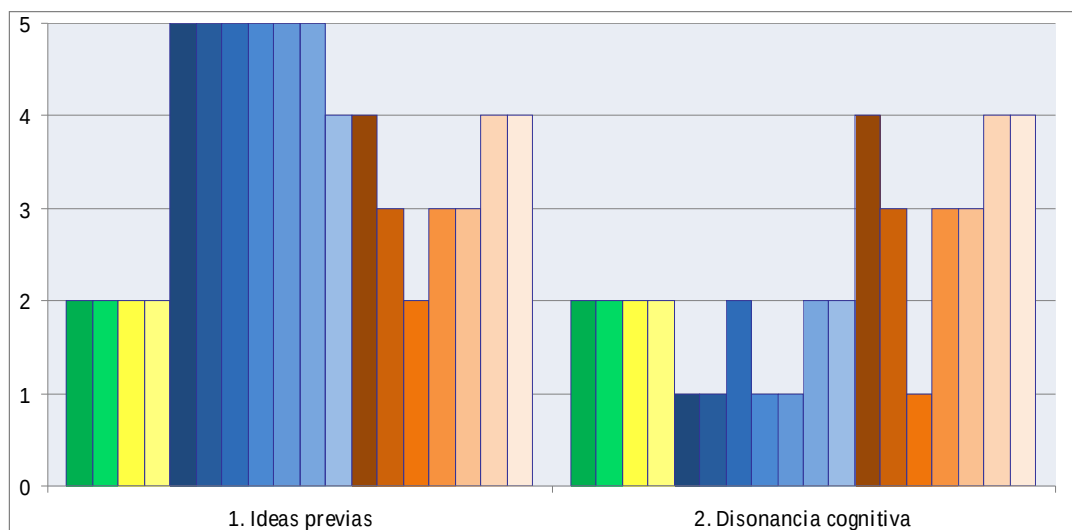


Gráfico 1: ideas previas

Tanto la ED1 como la ED2 casi nunca prestan atención a las ideas previas del alumnado ni le muestran situaciones de disonancia cognitiva. El abordaje de las ideas previas se tiene en cuenta especialmente en la ED3 puesto que al inicio de cada unidad dedica una sección a que los alumnos expresen sus ideas sobre el tema respondiendo a algunas preguntas. Por el contrario, nunca o casi nunca presenta situaciones que pongan en conflicto dichas ideas.

La ED4 en numerosas ocasiones presenta experiencias al inicio para que el alumno observe algún fenómeno y opine al respecto por lo que a veces o casi siempre se busca la disonancia cognitiva y obtener las ideas previas.

En general, se puede afirmar que un 33,3% de los temas analizados siempre tiene en cuenta las ideas previas mientras un 27,8% lo hace casi nunca; un 16,7%, a veces y un 22,2%, casi siempre. Por otra parte, ningún tema afronta la disonancia cognitiva siempre, aunque un 16,7% lo hace casi siempre y a veces mientras que hay un 38,9% para 'casi nunca' y un 27,8% para 'nunca'.

Vocabulario/Competencia lingüística

3. ¿El lenguaje y el vocabulario de las explicaciones se adapta al nivel cognitivo del alumno?
4. ¿Se explican los contenidos de modo no demasiado abstracto utilizando situaciones cercanas al alumno?

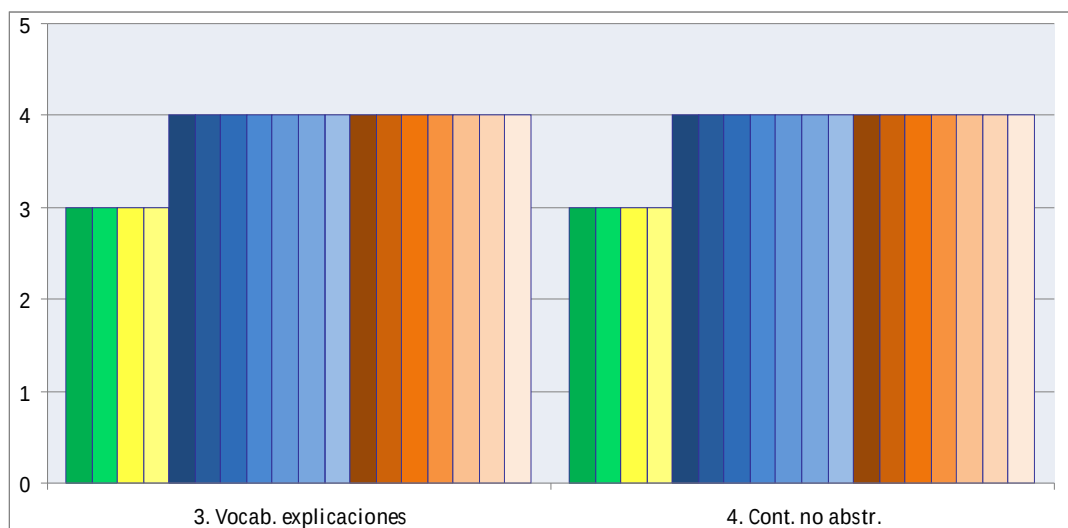


Gráfico 2: vocabulario/Competencia lingüística

Exceptuando a ED1 y ED2, que representan el 22,2% para 'a veces' en ambos casos, el lenguaje y el vocabulario casi siempre (77,8%) son cercanos al alumno y se intenta presentar los conceptos utilizando un lenguaje comprensible de modo que faciliten el aprendizaje del alumno y le ayuden a desarrollar la competencia lingüística.

Adquisición de procedimientos/Competencia matemática

5. ¿Los problemas y ejercicios están contextualizados al entorno del alumno?
6. ¿Los problemas fomentan el razonamiento sobre el aprendido sin limitarse a aplicar una fórmula o definición del libro sin más?
7. ¿Las experiencias de laboratorio y los experimentos precisan de materiales fáciles de obtener?
8. ¿Plantean los experimentos como una pequeña investigación para que el alumnado piense sin dárselo todo hecho como si fuese un experimento-receta?
9. ¿Los experimentos se van intercalando con la teoría a lo largo del tema?

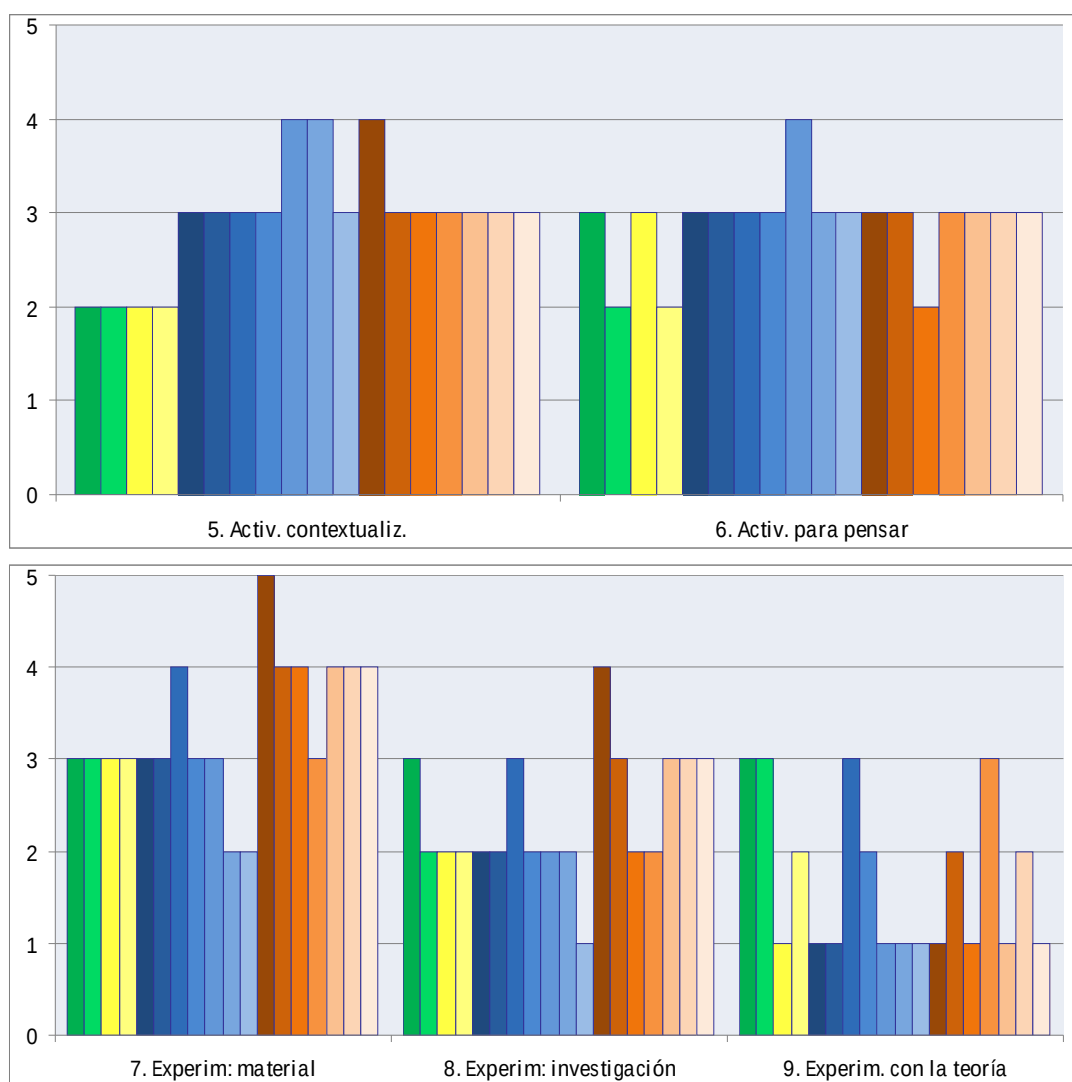


Gráfico 3: adquisición de procedimientos/Competencia matemática

Primeramente, en la contextualización de las actividades predomina el 'a veces' con un 61,1% del total mientras hay un 22,2% para 'casi nunca' y un 16,7% para 'casi siempre'. De igual modo siguen apareciendo demasiados ejercicios tipo puesto que únicamente hay un 5,6% de 'casi siempre' en las actividades para pensar frente a un 77,8% en 'a veces' y un 16,7% en 'casi nunca', a pesar de que esto contribuya al desarrollo de la competencia matemática.

En referencia a los experimentos, exceptuando algunos casos en los que el material no es tan asequible, un 11,1% para 'casi nunca', vemos que suelen presentarse experiencias con materiales cercanos al alumno 'a veces' con un 50%, 'casi siempre' con un 33,3% y 'siempre' con un 5,6%. No obstante, siguen predominando los experimentos-receta y pocas veces dejan lugar a que el propio alumno investigue de forma autónoma puesto que el mayor porcentaje de respuestas está en el 55,6% para 'casi nunca'. Finalmente, salvo algunos temas concretos, los experimentos suelen

aparecer al final como anexos y se intercalan con la teoría 'a veces' o 'casi nunca' un 22,2%.

Trabajo cooperativo

10. ¿Hay actividades para realizar trabajo cooperativo?

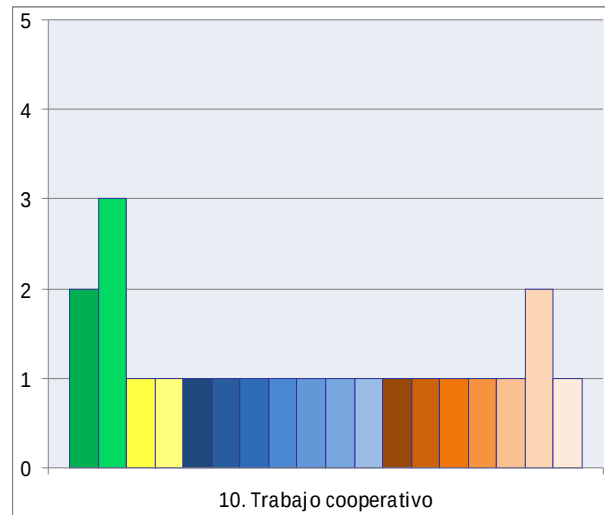


Gráfico 4: trabajo cooperativo

A lo largo de los temas, son muy escasas las ocasiones en las que se proponen actividades de trabajo cooperativo, tal y como puede observarse en el gráfico. Hay un 83,3% de respuestas para 'nunca', un 11,1% para 'casi nunca' y un 5,6% para 'a veces'. Lo observado corresponde a actividades de debate o a la realización de un experimento.

CTS

11. ¿Aparecen relaciones CTS?

12. ¿Puede trabajarse con ellas el tema en relación a los contenidos?

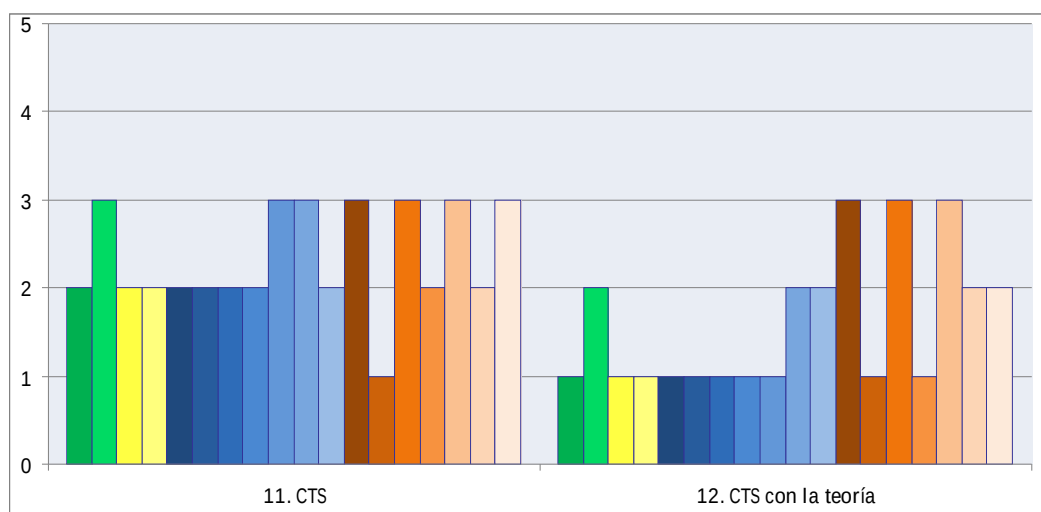


Gráfico 5: CTS

Los resultados muestran que las relaciones CTS aparecen casi nunca con un 55,6% y hay un 38,9% para 'a veces'. Igualmente, puede verse que su relación para trabajar con los contenidos es escasa puesto que un 55,6% responde a 'nunca' frente al 27,8% de 'casi nunca' y 16,7% de 'a veces'. Esto se debe a que en numerosos casos aparecen como anexos finales.

Contexto histórico

13. ¿Aparece a lo largo del tema la Historia de la Física?

14. ¿Se muestra el contexto histórico no quedándose en nombrar solamente a los científicos relevantes?

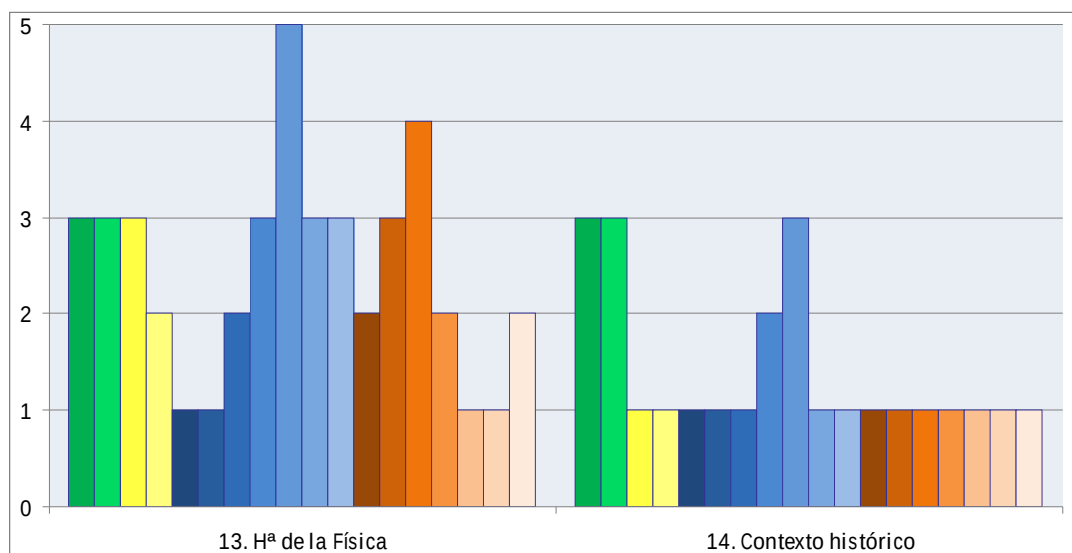


Gráfico 6: contexto histórico

La Historia de la Física está presente en la mayoría de los temas, un 38,9% de 'a veces', puesto que aparecen nombres de científicos (científicas ninguna, pero esto es una observación que no se contempla en el cuestionario), los años y parte de sus aportaciones y/o descubrimientos.

Sin embargo, el contexto histórico no aparece. Predomina el 77,8% en la respuesta 'nunca'. Son excepciones los temas sobre electricidad en los que se comenta la importancia de esta, en cosmología donde se hace un recorrido sobre la Historia del universo teniendo en cuenta las ideas de las distintas épocas y para ED3 en el tema de dinámica se hace mención a las incompatibles ideas de Aristóteles y Galileo.

Imagen de la Ciencia-Física

15. ¿Deja constancia de que la Física no son verdades absolutas?
16. ¿La Física aparece como el trabajo colectivo de muchos científicos?
17. ¿Muestra las contribuciones positivas y negativas de la Física a la sociedad?

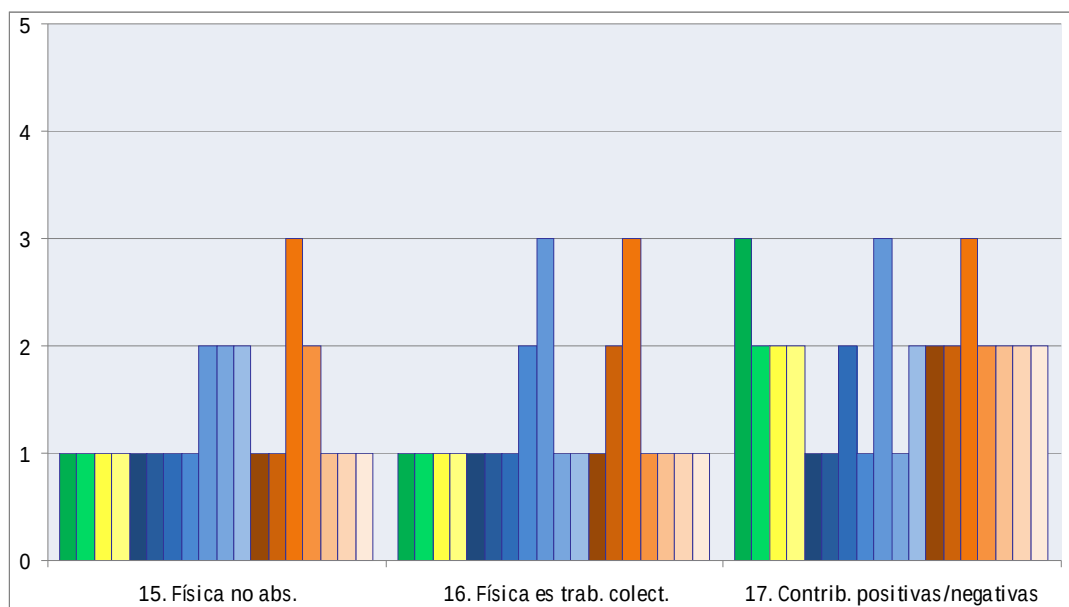


Gráfico 7: imagen de la Física

Primero, puede verse que en la mayoría de los casos nunca (72,2%) se deja constancia de que la Física no son verdades absolutas y que los modelos actuales funcionan hasta que se demuestre lo contrario. Donde puede notarse algo al respecto, es en los temas de cosmología de las ED3 y ED4 al hacer un recorrido por las diversas concepciones históricas sobre el universo.

Segundo, en general, no se enseña el trabajo colectivo que hay detrás del conocimiento de la Física, un 77,8% para 'nunca'; salvo en los temas de dinámica y cosmología de 4º de ESO en los que a veces o casi nunca se comenta que tal científico llegó a tal ley o resultado apoyándose en el trabajo de otro científico. Esto es lo más parecido al trabajo colectivo que se ha encontrado.

Finalmente, las aportaciones positivas y negativas de la Física se muestran nunca (22,2%), casi nunca (61,1%) y a veces (16,7%). Este último en especial en los temas de electricidad de ED1 y ED2.

Otros recursos

18. ¿Presenta recursos alternativos como vídeos, páginas webs, lecturas complementarias, juegos, etc. para ampliar conocimientos y/o comprender mejor los contenidos?

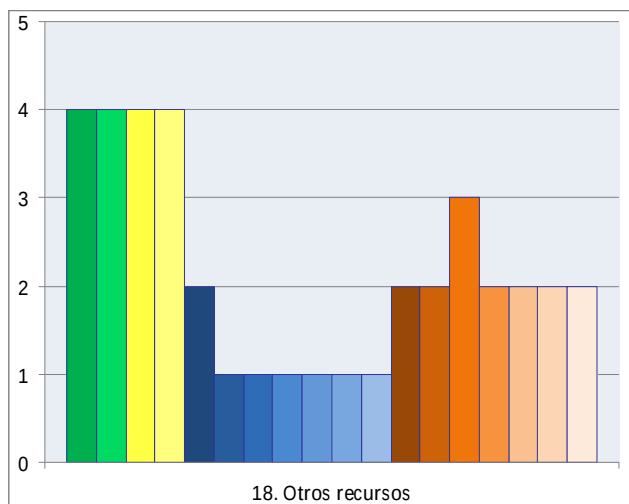


Gráfico 8: otros recursos

Respecto a la inclusión de otros recursos, se ve que, excepto en ED1 y en ED2 donde a lo largo del tema hace referencia casi siempre (22,2%) a webs para ampliar contenidos, mostrar un vídeo o una simulación; la mayoría no los utiliza casi nunca (38,9%).

Competencia social y ciudadana

19. ¿Se trabajan concretamente aspectos para el desarrollo de la competencia social y ciudadana a través de la Física?

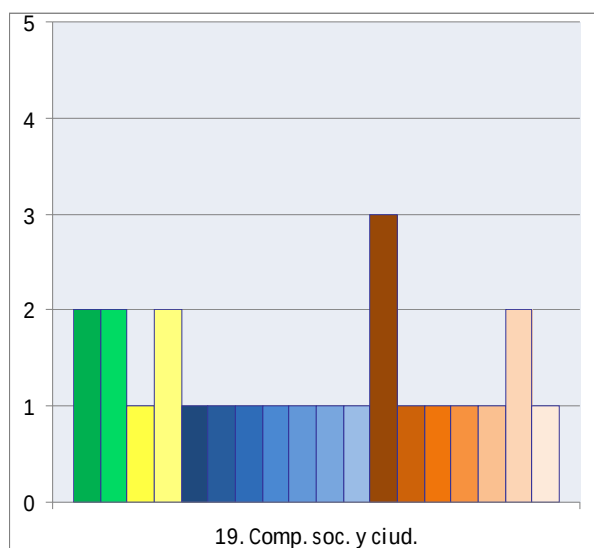


Gráfico 9: competencia social y ciudadana

En referencia a este punto, predomina la respuesta 'nunca' con un 72,2%. Son muy escasas sus apariciones, básicamente aparece un poco sobre el consumo energético en los temas relacionados con la electricidad de 3º de ESO y únicamente en el tema sobre el movimiento de ED4 se trabaja sobre la seguridad vial.

Otras competencias básicas

20. ¿Pueden trabajarse las otras competencias básicas?

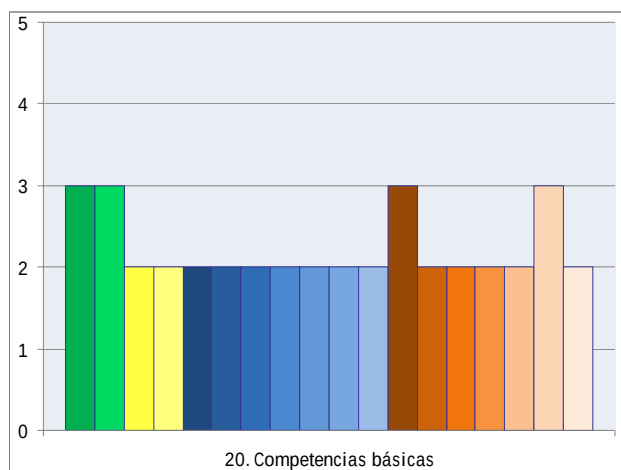


Gráfico 10: competencias básicas

En ningún tema de todos los analizados se ha observado que puedan trabajarse las ocho competencias básicas al completo puesto que casi nunca (77,8%) se abordan las competencias que no se han analizado en los puntos anteriores: tecnologías de la información y competencia digital, conocimiento e interacción con el mundo físico, competencia cultural y artística, competencia para aprender a aprender y autonomía e iniciativa personal.

Comparación entre los libros de texto analizados

Por último, se realiza una comparación entre los libros de texto analizados para determinar cuál ha obtenido los mejores resultados.

Tras calcular el promedio de respuestas de cada tema para cada una de las preguntas del cuestionario de cada libro de texto, se determina la media de respuestas a cada uno de los puntos analizados. Los resultados obtenidos se tabulan en la tabla 8.

Tabla 8: promedio de los resultados de cada libro de texto analizado

	ED1	ED2	ED3	ED4
Ideas previas	2	2	3	3
Vocabulario/Comp. lingüística	3	3	4	4
Adq. de procedimientos/Comp. matemática	3	2	3	3
Trabajo cooperativo	3	1	1	1
CTS	2	2	2	2
Contexto histórico	3	2	2	2
Imagen Ciencia-Física	2	1	1	2
Otros recursos	4	4	1	2
Comp. social y ciudadana	2	2	1	1
Competencias básicas	3	2	2	2

El gráfico 11 muestra la representación gráfica de los resultados de la tabla 7. En él puede verse que el libro de la ED1 es el que logra mejores resultados frente a los otros. Destaca en ítems como el trabajo cooperativo, el contexto histórico y las competencias básicas.

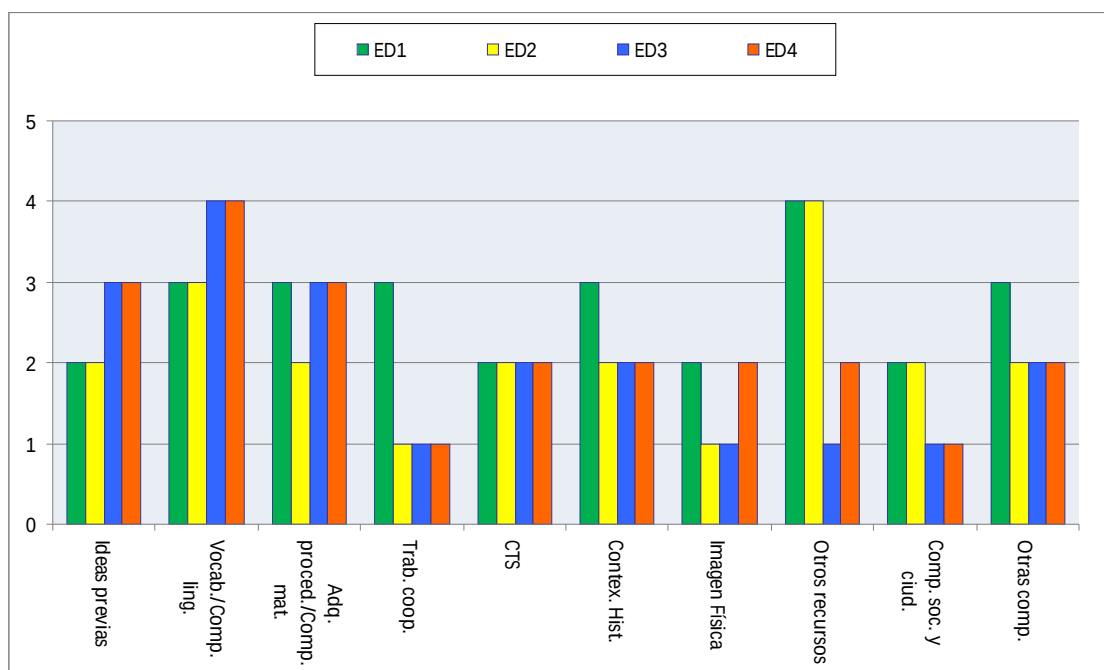


Gráfico 11: media de los resultados para cada libro de texto analizado

5.2.1. Propuesta práctica: aproximación de unidad didáctica

Los resultados obtenidos muestran que los puntos más débiles son los relacionados con la imagen de la Física, el contexto histórico, las relaciones CTS, las actividades de trabajo cooperativo, los aspectos relacionados con la competencia social y ciudadana y las otras competencias básicas.

Se plantea, por tanto, que estos sean los puntos a abordar en la propuesta de mejora para una unidad en concreto.

La propuesta se realiza a continuación. Los recursos y metodologías que se exponen tratan de complementar las carencias observadas en nuestro análisis.

De todos los temas analizados, se ha escogido la unidad didáctica relacionada con las ondas, que aparece en el currículo de 4º de ESO porque parece que puede ser de interés para los alumnos trabajando contenidos tan cercanos a ellos como la luz y el sonido desde el punto de vista físico.

Se estima que cada sesión es de 50 minutos.

Objetivos de la unidad didáctica

Se detallan a continuación los objetivos de la unidad didáctica 'Las ondas' en forma de habilidades a adquirir por parte del alumno. Se toman como base los contenidos y objetivos detallados en el Real Decreto 1631/2006 de 29 de diciembre que regula estatalmente la ESO.

- Adquirir el conocimiento necesario en relación a la comprensión de la definición de onda, así como sus tipos y magnitudes sabiendo contextualizar las mismas dentro del entorno real del alumno.
- Saber identificar el sonido como onda conociendo sus características: intensidad, tono y timbre.
- Saber explicar cómo tiene lugar la propagación del sonido
- Conocer la historia de la doble naturaleza de la luz y estudiarla en el caso ondulatorio
- Poder definir los fenómenos de reflexión, refracción y dispersión de la luz y relacionarlos con fenómenos cotidianos.
- Valorar las aportaciones positivas de las aplicaciones de las ondas en el entorno social y reflexionar sobre los peligros de las aplicaciones negativas.
- Ser consciente de los problemas de la contaminación acústica y lumínica sobre el medio ambiente y nuestra salud
- Analizar con los compañeros qué podemos hacer para evitar dichos problemas.
- Adquirir habilidades procedimentales para resolver problemas tanto cualitativos como cuantitativos relacionados con las ondas

Relación de la unidad didáctica con la adquisición de competencias básicas

Los objetivos y todas las actividades realizadas a lo largo de esta unidad también tienen la intención de favorecer el desarrollo de las competencias básicas detalladas en el Real Decreto 1631/2006 de 29 de diciembre que regula estatalmente la ESO.

La competencia en comunicación lingüística pretende abordarse mediante el uso del lenguaje escrito y oral a través de actividades como la lectura, la escritura, la comprensión, la argumentación y la exposición.

La competencia matemática se realizará mediante la resolución de los problemas.

Para el conocimiento y la interacción con el mundo físico se trabaja la comprensión de las ondas, sus características y aplicaciones en la vida cotidiana.

La competencia de tratamiento de la información y competencia digital se llevará a cabo con la búsqueda de información en Internet y el manejo de los soportes informáticos correspondientes.

La competencia social y ciudadana se alcanzará mediante el desarrollo de las habilidades sociales al trabajar con los compañeros y también al concienciarse de los problemas de la contaminación acústica y lumínica.

La competencia cultural y artística se trabajará al adentrarse en el mundo del sonido y la luz.

La competencia para aprender a aprender se desarrolla a través del conocimiento del propio aprendizaje. El alumno podrá ir descubriendo su grado de asimilación de los contenidos y al final mediante una autoevaluación.

La autonomía e iniciativa personal se aborda con actividades en las que el alumno ha de tomar la iniciativa y no seguir de forma estricta unas pautas establecidas a la hora de resolver actividades y realizar experimentos e investigaciones.

Criterios de evaluación

Se exponen a continuación los criterios de evaluación de la unidad didáctica escogida tomando como base los criterios de evaluación del Real Decreto 1631/2006 de 29 de diciembre que regula estatalmente la ESO.

- Saber definir y comprender qué es una onda, sus tipos y magnitudes dando ejemplos con fenómenos de la vida diaria
 - Ser capaz de identificar el sonido como una onda y conocer sus características.
 - Poder describir cómo tiene lugar la propagación del sonido
 - Conocer la doble naturaleza de la luz y cómo ha sido entendida a lo largo de la Historia

- Ser capaz de definir los fenómenos de reflexión, refracción y dispersión de la luz y relacionarlos con fenómenos cotidianos.
- Valorar las aportaciones positivas de las aplicaciones de las ondas en el entorno social y reflexionar sobre los peligros de las aplicaciones negativas.
- Conocer los problemas de la contaminación acústica y lumínica y saber buscarles una solución
- Analizar junto a los compañeros qué se puede hacer para evitar dichos problemas.
- Ser capaz de realizar procedimientos para resolver problemas tanto cualitativos como cuantitativos relacionados con las ondas

Temporalización, contenidos, metodología y recursos

La tabla 9 contiene la temporalización de la unidad junto a los contenidos que se quieren impartir a través de una metodología y unos recursos.

Tabla 9: desarrollo de la aproximación de unidad didáctica

	Temporalización	Contenidos	Metodología	Recursos
Sesión 1	30 mín.	Ideas previas sobre las ondas	El alumno contesta a una serie de preguntas sobre sus ideas previas y se comentan en clase con el resto de compañeros	Cuestionario de ideas previas (Anexo III)
	20 mín.	Introducción y motivación al tema	Lectura conjunta de un texto y se comenta entre todos	Texto sobre la historia de la ecolocalización a partir del estudio de los murciélagos (Anexo IV)
Sesión 2	40 mín.	Movimiento ondulatorio	Metodología expositiva	Imágenes: ola, ondas en el agua, terremoto, etc.
	10 mín.	Tipos de ondas y magnitudes	Ver un vídeo sobre los tipos de ondas y las magnitudes que las caracterizan	Vídeo didáctico (Anexo V)

Sesión 3	35 mín.	El sonido y sus características. Propagación del sonido	Trabajo cooperativo y metodología por descubrimiento. Experimentación con el sonido en grupos de 4 alumnos	Instrumentos musicales: tambores de varios tamaños, flauta, acordeón...
	15 mín.	Repaso de lo aprendido sobre el sonido	Cada grupo expone las conclusiones a las que ha llegado	
Sesión 4	15 mín.	La luz	Vídeo sobre la historia de la luz: cómo ha sido interpretada desde la Antigüedad hasta nuestros días	Vídeo sobre la luz (Anexo V)
	15 mín.	Espectro electro-magnético	Los alumnos contemplan un póster explicativo sobre el espectro electromagnético	Póster con el espectro electromagnético
	20 mín.	Propagación de la luz	Trabajo cooperativo e investigación. En grupos de 4 (mismo grupo) con un espejo, un vaso con agua, un lápiz y un prisma, los alumnos investigan acerca de la reflexión, la refracción y la dispersión de la luz	Espejo (reflexión) Vaso con agua y lápiz (refracción) Prisma (dispersión) Linterna de haz fino y transportador de ángulos.
Sesión 5	30 mín.	Aplicaciones de las ondas: sonoras y electromagnéticas	Trabajo cooperativo. En grupos de 4 (mismo grupo) se realiza una búsqueda del tesoro, es decir, los alumnos tratan de responder a una serie de preguntas buscando en determinadas webs.	Búsqueda del tesoro (Anexo V)
	20 mín.	Actividades teóricas	Los alumnos resuelven los ejercicios y problemas y se corrigen después entre todo el grupo, comentando los resultados de cada uno	Ejercicios y problemas generales sobre el tema (Anexo V)

Sesión 6	50 mín.	Contaminación acústica y lumínica	Se genera un coloquio sobre la contaminación acústica y lumínica. Previamente los alumnos obtienen información de las webs recomendadas.	Webs indicadas (Anexo V)
Sesión 7	20 mín.	Autoevaluación del alumno	El alumno realiza una autoevaluación para valorar los conocimientos adquiridos	Autoevaluación individual (Anexo VI)
	20 mín.	Autoevaluación del grupo	El grupo realiza una autoevaluación para conocer sus puntos fuertes y débiles	Autoevaluación grupal (Anexo VI)
	10 mín.	Test de opinión	El alumno realiza un test para conocer su opinión sobre la metodología empleada, los contenidos, los recursos...	Test de opinión (Anexo VI)

6. Discusión

Los autores sobre los que se apoya el marco teórico advertían que los libros de texto prestaban escasa atención a las relaciones CTS (Pardo, 1992; Ribelles et al., 1995; Del Carmen, 1997; Nuño et al., 1998; Solbes et al., 2007), al verdadero contexto histórico de la Ciencia (Ribelles et al., 1995; Nuño et al., 1998; Caldeira, 2005; Zuñiga, 2009) y que ofrecían una imagen irreal y distorsionada (Ribelles et al., 1995; Nuño et al., 1998; Furió-Gómez et al., 2006).

Del mismo modo, llamaban la atención sobre el error de mostrar la Ciencia como un aprendizaje memorístico (Alcocer et al., 2004; Caldeira, 2005). Para ello, pedían problemas y experimentos significativos y que hicieran pensar al alumno (Tamir y García, 1992; Islas y Guridi, 1999; Solbes et al., 2007). De hecho, autores como Solbes et al. (2007) proponían que los experimentos se introdujesen con la teoría. Por su parte, otros autores hablaban sobre el escaso lugar de los contenidos actitudinales (Pardo, 1992; Ribelles et al., 1995; Nuño et al., 1998) que en el caso de la Ley Orgánica de Educación (LOE) se corresponderían con la competencia social y ciudadana.

Los resultados de este TFM están en consonancia con estas afirmaciones puesto que el análisis realizado ha mostrado que aún es necesario poner más énfasis en los puntos relacionados con la imagen de la Física, el contexto histórico, las relaciones CTS, las actividades de trabajo cooperativo, los aspectos relacionados con la competencia social y ciudadana y las otras competencias básicas.

Podemos comparar los resultados obtenidos en este trabajo con los del análisis de Nuño et al. (1998). En su estudio de varios temas de 'Ciencias de la Naturaleza' de la ESO, utilizaron un cuestionario que se interesaba por la metodología didáctica, la Naturaleza e Historia de la Ciencia, las interacciones CTS y la transversalidad, referente a la educación ambiental y a la coeducación.

En sus resultados, respecto al primer punto, cabe destacar que se encontró que casi todos los temas analizados abordaban las ideas previas. Por nuestra parte, podemos afirmar que un 33,3% (máxima frecuencia encontrada) siempre lo hace, aunque va seguida de un 27,8% que casi nunca les presta atención.

También en este punto, en sus resultados predominaban las actividades 'receta', sin que obligasen a pensar o investigar, y la mayoría de los problemas eran individuales y no fomentaban que los alumnos trabajen entre sí. Los resultados de este trabajo van en la misma línea en estos dos aspectos ya que únicamente un 5,6% de todas las actividades, tanto prácticas como teóricas, analizadas casi siempre permite pensar sin seguir el formato 'receta' habiendo un 0% en 'siempre' y, por otra parte, para el trabajo cooperativo se obtuvo que un 83,3% de los temas nunca lo tenía en cuenta.

En referencia al segundo punto, Nuño et al. (1998) encontraron que ciertos temas sí tenían una carga histórica significativa mientras que en otros se quedaban en unas leves pinceladas sin conexión con los contenidos ni el contexto de la época. Además, esto contribuía a dar una imagen errónea de la Ciencia. Nuestros resultados también muestran que algunos temas presentan más aspectos históricos que otros, pero, en general, la Historia de la Ciencia aparece a veces (38,9%) y el contexto histórico en sí nunca (77,8%). Respecto a la imagen de la Ciencia, los resultados de este TFM determinan que el conocimiento nunca se muestra como si no fuera absoluto (72,2%), que nunca se enseña el trabajo colectivo que tiene detrás (77,8%) y que casi nunca se hablan de las contribuciones positivas y negativas (61,1%).

Finalmente, para los últimos puntos, cuando aparecía las relaciones CTS y el medio ambiente eran en forma de anexo lo cual también se ha observado en nuestro trabajo. Solamente un 16,7% puede trabajarse a veces con los contenidos. Respecto a la transversalidad, los autores encontraron que se abordaba de modo escaso o incorrecto. En nuestro análisis esto se traduce en la competencia social y ciudadana y se ha encontrado que mayoritariamente nunca se trabaja (72,2%).

También Ribelles et al. (1995) encontraron en sus análisis una ausencia de relaciones CTS, de los aspectos históricos en los libros de texto y de la errónea e irreal imagen que se mostraba de la Ciencia. Nuestros resultados apuntan a que las relaciones CTS no están totalmente ausentes, pero no suelen estar dentro de los contenidos del tema como ya se ha dicho. Del mismo modo, los aspectos históricos son

muy limitados y tampoco la imagen de la Ciencia es correcta puesto que, como señalan estos autores, no se muestra el trabajo colectivo que conlleva ni su incidencia directa en la sociedad.

Islas y Guridi (1999) obtuvieron en su estudio que existía una desconexión entre la teoría y la realidad, que los problemas no ayudaban a interiorizar los conceptos y tampoco permitían autonomía por parte del alumno. Con nuestros resultados podemos decir que esto continúa ocurriendo en los libros de texto, aunque parece que poco a poco tratan de solventar esta deficiencia puesto que a veces podemos encontrar ejercicios que se alejan del ejercicio-receta y un 61,1% de los problemas y ejercicios a veces están contextualizados.

En referencia a las prácticas de laboratorio, Tamir y García (1992) descubrieron entre sus resultados que eran escasas en número, que casi no fomentaban la investigación y que no permitían trabajar las habilidades sociales trabajando cooperativamente. En nuestro análisis, podemos estar de acuerdo con estos autores en el sentido de que es casi nunca (55,6%) cuando los experimentos permiten algún punto de investigación al alumno. Aunque nuestra herramienta analizaba el trabajo cooperativo de todas las actividades en general, también hemos visto que prácticamente está ausente de los libros de texto.

Por último, cabe destacar que nuestra herramienta de análisis coincide en determinados puntos con los trabajos de otros autores. No obstante, ellos realizaron un estudio más profundo de los puntos seleccionados mientras nuestro trabajo ha tocado numerosos puntos sin llegar a esa profundidad.

Aunque se ha visto un intento de mejora por parte de los libros de texto, por ejemplo, en el caso del uso de otros recursos, del lenguaje y del vocabulario empleados y de las ideas previas, y se ha encontrado un libro con mejores resultados que los otros sobre ciertos puntos del análisis; también hemos podido ver que no es suficiente y aún queda mucho por mejorar en los temas de Física de los libros de texto del segundo ciclo de Secundaria.

Esta tarea hay que llevarla a cabo con urgencia ante los datos que muestran el rechazo que sienten los alumnos por las ciencias en general y por la Física y la Química en particular (Ribelles et al., 1995; Solbes et al., 2007). No hay que pensar que se trata de una cuestión de ganar estudiantes para la Universidad, sino de 'alfabetización científica' como destacaban Furió et al. (2002) y Martín (2001).

7. Conclusiones

Una vez llegados a este punto, revisamos los objetivos que se marcaron para este trabajo y podemos ver que se han cumplido de manera satisfactoria.

Tras la investigación bibliográfica, se tiene una idea bastante clara sobre el libro de texto y su uso en el contexto educativo actual. Los diversos análisis de los autores ya comentados pusieron de manifiesto las deficiencias de este recurso y estas han podido comprobarse de primera mano gracias a la herramienta creada en este TFM para ello y a los resultados obtenidos.

En la muestra de libros de texto analizada

- Se ha comprobado que a veces se tratan de contextualizar los contenidos dando ejemplos y utilizando un vocabulario y lenguajes acordes al nivel cognitivo del alumno.
- Aunque las actividades teóricas y prácticas también tratan de estar contextualizadas, se siguen echando en falta actividades que permitan al alumno actuar de forma autónoma y cooperar con los compañeros.
- La imagen de la Física, y con ella de la Ciencia, que se ofrece es escasamente correcta y también influye en esto el escaso contexto histórico presentado y la falta de relaciones CTS al trabajar con los contenidos.
- Dependiendo del libro elegido, se abordan o no las ideas previas y se plantean situaciones que hagan al alumno consciente de dichas ideas.
- La aparición de otros recursos depende del libro elegido.
- Los contenidos aún tienen mucho que mejorar para poder contribuir al desarrollo de las ocho competencias básicas puesto que hay competencias a las que se les presta poca atención.

Se ha podido ver que existe una leve mejora por parte de los libros de texto, aunque aún queda mucho por hacer al respecto. En especial, se ha de incidir sobre los aspectos relacionados con la imagen de la Física y de la Ciencia para dar una imagen más real y correcta. Por ello, nuestra herramienta ha tratado de abordar puntos relacionados directamente con esto: contexto histórico, imagen de la Física, trabajo cooperativo, relaciones CTS y, justamente, han sido puntos que han obtenido peor resultado. En consecuencia, ya hay un punto de partida para que los libros de texto continúen mejorando.

8. Limitaciones del estudio

Este trabajo cuenta aún con varias limitaciones. Primeramente, deja fuera algunos puntos que también podrían ser de interés, como por ejemplo, la atención a la diversidad, el estudio de las ilustraciones y su relación con los textos, los aspectos sexistas o los errores en los contenidos teóricos.

También hay que tener en cuenta que nuestra herramienta de análisis abarca muchos puntos, pero no lo hace en gran profundidad. Sin embargo, cuando se detecten aspectos que se desearan conocer en mayor profundidad, habrá que añadir más preguntas del cuestionario o modificarlas.

Por otra parte, no ha sido probado con profesores de 'Física y Química' los cuales podrían perfeccionar la herramienta a través de su experiencia o concretándola en un grupo de alumnos determinado. De la misma forma, nuestra propuesta de mejora es teórica y no ha sido probada con alumnos reales.

9. Líneas de investigaciones futuras

Nuestra investigación está lejos de estar cerrada puesto que abre más puertas para el futuro. Además, ya se ha comprobado que el libro de texto es un recurso que hay que continuar mejorando para que contribuya al proceso de enseñanza-aprendizaje de forma positiva.

En nuestro caso particular, la herramienta de análisis podría ser utilizada por un grupo de profesores de diversos centros para seleccionar el libro de texto al impartir la Física dentro de la materia de 'Física y Química'. Tras su aplicación, podría hacerse un estudio para comprobar si la herramienta ha servido para elegir mejor el material curricular y si esto ha hecho que mejoren los resultados de los alumnos.

También habría que probar la eficacia de nuestro intento por reforzar los puntos débiles hallados en los resultados. Por ejemplo, habría que coger dos grupos de alumnos de 4º de ESO de características similares. Uno de ellos realizaría la unidad didáctica sobre las ondas siguiendo únicamente el libro de texto y el otro utilizaría nuestra propuesta de mejora. Finalmente, habría que analizar qué grupo ha obtenido mejores resultados a nivel de aprendizaje y motivación.

Por otra parte, dado el auge que parece que comienzan a tener los libros de texto digitales (aunque siguen siendo libros de texto, a pesar de no estar en formato papel), también podría realizarse una investigación sobre las diferencias que pudiera haber entre utilizar el mismo recurso, pero en diferente formato.

Esto podría realizarse tomando varios grupos de alumnos del mismo nivel y semejantes en características para impartirles varios temas de Física, de la materia de

'Física y Química'. Uno utilizaría el libro de texto en formato papel y al otro, el libro de texto en formato digital. A continuación, mediante la evaluación y una encuesta a los alumnos y a los profesores, podría determinarse si ha habido diferencias entre un grupo y otro, cuáles han sido y qué formato es el más adecuado.

10. Referencias bibliográficas

Alcocer, L., Carrión, R., Alonso, J. J. y Campanario, J. M. (2004). Presentaciones aparentemente arbitrarias de algunos contenidos comunes en libros de texto de Física y Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(1), 98-122. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen3/REEC_3_1_6.pdf (julio de 2013).

Asociación Nacional de Editores de Libros y material de Enseñanza (ANELE). (2012). *La edición de libros de texto en España*. Recuperado de http://www.anele.org/pdf/edicion_libros_texto.pdf (junio de 2013).

Bará, J. y Domingo, J. (2005). *Taller de formación: técnicas de aprendizaje cooperativo*. Recuperado de http://www.uctemuco.cl/cedid/archivos/diplomado/sobre_aprendizaje_cooperativo.pdf (junio de 2013).

Barletta, N. y Mizuno, J. (2005). Una propuesta para el manejo del lenguaje del texto de Ciencias Naturales. *Zona próxima. Revista del Instituto de Estudios Superiores de Educación*, (6), 32-47. Recuperado de http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/zona_proxima/6/2_Una%20propuesta%20para%20el%20manejo%20del%20lenguaje.pdf (mayo de 2013).

Brackenbridge, J. B. (1991). La educación de las ciencias, la Historia de la Ciencia y el libro de texto, las condiciones necesarias contra las suficientes. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, (11-12), 157-168. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=126216> (mayo de 2013).

Caldeira, M. H. (2005). Los libros de texto de ciencias: ¿son como deberían ser? *Tarbiya, Revista de Investigación e Innovación Educativa*, (36), 167-184. Recuperado de <http://web.uam.es/servicios/apoyodocencia/ice/tarbiya/pdf/revistas/Tarbiya036.pdf> (mayo de 2013).

Calvo Pascual, M. A. (2002). *Análisis de la adaptación de los libros de texto de ESO al currículo oficial, en el campo de la Química*. (Tesis doctoral). Universidad Complutense, Madrid. Recuperado de

<http://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=17082> (mayo de 2013).

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://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v19n3p351.pdf> (junio de 2013).

Campanario, J. M. (2003). Metalibros: La construcción colectiva de un recurso complementario y alternativo a los libros de texto tradicionales basado en el uso de Internet. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 155-176. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC_2_2_5.pdf (julio de 2013).

Campanario, J. M. y Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 155-169. Recuperado de <http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v18n2p155.pdf> (junio de 2013).

Carrascosa Alís, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 183-208. Recuperado de http://www.cneq.unam.mx/programas/actuales/especial_maest/cecyte/00/02_material/mod4/archivos/ArtsIdeasPrevias/Carrascosa_2005A%20Concepciones-1.pdf (julio de 2013).

Del Carmen, L. (1997). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la Educación Secundaria*. Barcelona: Horsori. Recuperado de http://mes.unir.net/cursos/lecciones/ARCHIVOS_COMUNES/versiones_para_imprimir/msdemofq_hc/tema2_como_estudiar.pdf (junio de 2013).

Fernández Nistal, M. T., Tuset Bertran, A. M., Ross Arguelles, G. P., Leyva Pacheco, A. C. y Alvírez Molina, A. (2010). Prácticas Educativas Constructivistas en Clases de Ciencias. Propuesta de un Instrumento de Análisis. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 8(1), 26-44.

Recuperado de <http://www.rinace.net/reice/numeros/arts/vol8num1/art2.pdf> (mayo de 2013).

Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J. y Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 19(3), 365-376. Recuperado de <http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v19n3p365.pdf> (junio de 2013).

Furió-Gómez, C., Solbes Matarredona, J. y Furio-Más, C. (2006). Análisis crítico de la presentación del tema de la termodinámica en libros de texto de Bachillerato y Universidad. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (20), 47-68. Recuperado de <http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/20914/2151232.pdf?sequence=1> (julio de 2013)

Gómez García, J. A. e Insausti Tuñón, M. J. (2005). Un modelo para la enseñanza de las ciencias: análisis de datos y resultados. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(3), 110-130. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART6_Vol4_N3.pdf (junio de 2013).

González Jiménez, F. E. y Macías Gómez, E. (2001). Criterios para valorar materiales curriculares: una propuesta de elaboración referida al rendimiento escolar. *Revista Complutense de Educación*, 2(1), 179-212. Recuperado de <http://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/download/RCED0101120179A/16870> (mayo de 2013).

Instituto Nacional de Estadística (INE). (2013). *Estadística de la Enseñanza Universitaria en España*. Recuperado de <http://www.ine.es/jaxi/tabla.do?path=/t13/p405/a2010-2011/I0/&file=02027.px&type=pcaxis&L=0> (julio de 2013).

Islas, S. M. y Guridi, V. M. (1999). El quehacer científico versus el quehacer áulico. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 281-290. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21579/21413> (junio de 2013).

- Jiménez Valladares, J. D. y Perales Palacios, F. J. (2001). Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de texto de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 3-19. Recuperado de <http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v19n1p3.pdf> (julio de 2013).
- Lobato Fraile, C. (1997). Hacia una comprensión del aprendizaje cooperativo. *Revista de Psicodidáctica*, (4), 59-76. Recuperado de <http://www.ehu.es/ojs/index.php/psicodidactica/article/view/58/58> (junio de 2013).
- Manassero Mas, M. A. y Vázquez Alonso, A. (2003). Los estudios de género y la enseñanza de las Ciencias. *Revista de Educación*, (330), 251-280. Recuperado de <http://www.mecd.gob.es/dctm/revista-de-educacion/articulosre330/re3301411213.pdf?documentId=0901e72b81258cd4> (julio de 2013).
- Martín Díaz, M. J. (2002). Enseñanza de las ciencias ¿Para qué? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2), 57-63. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC_1_2_1.pdf (mayo de 2013).
- Medina Falcón, J. L. (2009). Análisis del Programa de Estudios de Ciencias (énfasis en física, de secundaria), los libros de texto y la Competencia Científica de PISA. *Latin-American Journal of Physics Education*, 3(2), 406-420. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3693180> (mayo de 2013).
- Méndez Coca, D. (2012). El aprendizaje cooperativo y la enseñanza tradicional en el aprendizaje de la física. Educación y futuro. *Revista de Investigación Aplicada y Experiencias Educativas*, (27), 179-200. Recuperado de http://www.cesdonbosco.com/web_revista/numeroanteriores/impresa/EYF_27.pdf (junio de 2013).
- Miguel Garzón, I. y Slisko, J. (2010). Uso de la historia en la enseñanza de la física en los libros de texto de Ciencias 2 para segundo de secundaria. *Latin-American Journal of Physics Education*, 4(1), 987-993. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3700422> (julio de 2013).

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2013). *Estadística de las Enseñanzas no universitarias. Curso 2010-2011*. Recuperado de www.mecd.gob.es/dms-static/a0a816fe-d938-4bb9-95b9-0eae534d6aa3/d5-xls.xls (julio de 2013).

Miranda Santana, C. (2004). Un instrumento para el análisis de los libros de texto desde una orientación sociolaboral no sesgada. *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 15(1), 143-153. Recuperado de <http://www.uned.es/reop/pdfs/2004/15-1-1%20-%20Cristina%20Miranda%20Santana.PDF> (mayo de 2013).

Monk, M. y Osborne, J. (1997). Placing history and philosophy of science on the curriculum: a model for the development of pedagogy. *Science Education*, 81, 405-424. Recuperado de <http://www.csun.edu/~kdm78513/coursework/625/assignments/documents/philoscience.pdf> (julio de 2013).

Nuño, T., Ruipérez, T. y Vázquez, J. R. (1998). La reforma en los libros de texto de ciencias de la naturaleza de la ESO. *Revista de Psicodidáctica*, (5), 115-124. Recuperado de <http://www.ehu.es/ojs/index.php/psicodidactica/article/view/276/273> (junio de 2013).

Parcerisa Aran, A. (2006). *Materiales curriculares: cómo elaborarlos, seleccionarlos y usarlos*. Barcelona: Graó. Recuperado de <http://books.google.es/books?id=guOhh3vf4CIC&printsec=frontcover&dq=parcerisa&hl=en&sa=X&ei=oESrUbGIKIm57AaO14DQDg&ved=0CDQQ6AEwAA> (mayo de 2013).

Pardo Alarcón, V. (1992). Ciencia/Tecnología/Sociedad (C/T/S) un enfoque actual para la enseñanza de las ciencias experimentales. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 14, 37-46. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=254974> (mayo de 2013).

Pathak, S., Kim, B., Jacobson, M. y Zhang, B. (2011). Learning the physics of electricity: A qualitative analysis of collaborative processes involved in productive failure. *Computer-Supported collaborative learning*, 6, 57-73. Recuperado de <http://apsce.net/icce2008/papers/ICCE2008-paper146.pdf> (junio de 2013).

- Perales, F. J. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 13-30. Recuperado de <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/18720/1/ImagenEC.pdf> (julio de 2013).
- Perales, F. J. y Jiménez, J.D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 369-386. Recuperado de <http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v20n3p369.pdf> (julio de 2013).
- Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (2006). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata. Recuperado de <http://books.google.es/books?id=aTo6TMfVEIgC&printsec=frontcover&dq=aprender+y+ense%C3%B1ar+ciencia&hl=en&sa=X&ei=4FvLUKbQHYmBhQect4GoBQ&ved=0CDIQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false> (julio de 2013).
- Pro Bueno, A., Sánchez Blanco, G. y Valcárcel Pérez, M. V. (2008). Análisis de los libros de texto de Física y Química en el contexto de la reforma LOGSE. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), 193-210. Recuperado de <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v26n2p193.pdf> (junio de 2013).
- Pujolàs i Maset, P. (2009). La calidad en los equipos de aprendizaje cooperativo: algunas consideraciones para el cálculo del grado de cooperatividad. *Revista de Educación*, (349), 225-239. Recuperado de http://www.revistaeducacion.mec.es/re349/re349_11.pdf (junio de 2013).
- Real Academia Española (RAE). (2001). *Diccionario de la Lengua Española*. Recuperado de <http://lema.rae.es/drae/?val=libro> (mayo de 2013).
- Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. Recuperado de <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-238> (julio de 2013).
- Ribelles, R., Solbes Matarredona, J. y Vilches Peña, A. (1995). Las interacciones CTS en la enseñanza de las ciencias: análisis comparativo de la situación para la Física y la Química y la Biología y la Geología. *CL & E: Comunicación, lenguaje y educación*,

(28), 135-143. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2941807> (junio de 2013).

Rodríguez Navarro, E. (1999). El progresismo pedagógico y el libro de texto. *Revista Complutense de Educación*, 10(2), 101-124. Recuperado de <http://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/RCED9999220101A/17143> (mayo de 2013).

Sadoski, M y Paivio, A. (2001). *Imagery and Text: A Dual Coding Theory of Reading and Writing*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc. Recuperado de <http://books.google.es/books?id=jvZVtU8fRD4C&pg=PT166&dq=paivio&hl=en&sa=X&ei=cODeUbCRD-7A7AbotoCIBQ&ved=0CFwQ6AEwCA> (julio de 2013)

Solaz-Portolés, J. J. (2009). Aprender ciencia con textos: Bases teóricas y directrices. *Latin-American Journal of Physics Education*, 3(2), 376-379. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3693170> (julio de 2013).

Solbes, J. (2009). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (II): nuevas perspectivas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(2), 190-212. Recuperado de http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen6/Numero_6_2/Solbes_2009b.pdf (julio de 2013).

Solbes, J., Montserrat, R. y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (21), 91-117. Recuperado de <http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/20927/2475999.pdf?sequence=1> (junio de 2013).

Solbes, J. y Traver, M. (2001). Resultados obtenidos introduciendo la 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://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v19n1p151.pdf> (julio de 2013).

Solé, I. y Coll, C. (2007). Los profesores y la concepción constructivista. En C. Coll, E. Martín, T. Mauri, M. Miras, J. Onrubia, I. Solé y A. Zabala. *El constructivismo en el*

aula. (pp. 7-23) Barcelona: Graó. Recuperado de <http://books.google.es/books?id=BzOef9UIDb4C&printsec=frontcover&dq=El+constructivismo+en+el+aula&hl=en&sa=X&ei=uTvUUY3wC9GA7QaaxoGQCg&ved=0CDAQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false> (julio de 2013).

Suárez Guerrero, C. (2010). *Cooperación como condición social de aprendizaje*. Barcelona: Editorial UOC. Recuperado de <http://books.google.es/books?id=XepzxV2hovlC&printsec=frontcover&dq=su%C3%A1rez+guerrero&hl=es&sa=X&ei=jsTBUa6kFsOU7QaW0YDIDQ&ved=0CDQQ6AEwAA> (junio de 2013).

Tamir, P. y García Rovira, M. P. (1992). Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de texto de ciencias utilizados en Cataluña. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(1), 3-12. Recuperado de <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v10n1p3.pdf> (julio de 2013).

Unidad de Investigación de Psicología do Consumidor e Usuário de la Universidad de Santiago de Compostela (USC-PSICOM). (2008). *El Libro de Texto ante la Incorporación de las TIC a la Enseñanza*. Recuperado de http://www.federacioneditores.org/0_Resources/Documentos/Los_TIC_enEnsenanza.pdf (mayo de 2013).

Zuñiga Carmona, J. O. (2009). Efecto de los libros de texto en la imagen que brinda la enseñanza sobre el desarrollo de la ciencia. *Actes d'Història de la ciència i de la tècnica. Nova època*, 2(1), 467-473. Recuperado de <http://revistes.iec.cat/index.php/AHCT/article/viewFile/40827/40726> (mayo de 2013).

Anexo I

Este es el cuestionario utilizado para el análisis de las partes de Física de los libros de texto.

	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
	1	2	3	4	5
1. ¿Aborda las ideas previas de los alumnos antes de comenzar los temas?					
2. ¿Muestra experiencias que produzcan disonancia cognitiva para que el alumno sea consciente del error de sus ideas preconcebidas?					
3. ¿El lenguaje y el vocabulario de las explicaciones se adapta al nivel cognitivo del alumno?					
4. ¿Se explican los contenidos de modo no demasiado abstracto utilizando situaciones cercanas al alumno?					
5. ¿Los problemas y ejercicios están contextualizados al entorno del alumno?					
6. ¿Los problemas fomentan el razonamiento sobre lo aprendido sin limitarse a aplicar una fórmula o definición de libro sin más?					
7. ¿Las experiencias de laboratorio y los experimentos precisan de materiales fáciles de obtener?					
8. ¿Plantean los experimentos como una pequeña investigación para que el alumnado piense sin dársele todo hecho como si fuese un experimento-receta?					
9. ¿Los experimentos se van intercalando con la teoría a lo largo del tema?					
10. ¿Hay actividades para realizar trabajo cooperativo?					
11. ¿Aparecen relaciones CTS?					
12. ¿Puede trabajarse con ellas el tema en relación a los contenidos?					
13. ¿Aparece a lo largo del tema la Historia de la Física?					
14. ¿Se muestra el contexto histórico no quedándose en nombrar solamente a los científicos relevantes?					
15. ¿Deja constancia de que la Física no son verdades absolutas?					
16. ¿La Física aparece como el trabajo colectivo de muchos científicos?					
17. ¿Muestra las contribuciones positivas y negativas de la Física a la sociedad?					
18. ¿Presenta recursos alternativos como vídeos, páginas webs, lecturas complementarias, juegos, etc. para ampliar conocimientos y/o comprender mejor los contenidos?					
19. ¿Se trabajan concretamente aspectos para el desarrollo de la competencia social y ciudadana a través de la Física?					
20. ¿Pueden trabajarse las otras competencias básicas?					

Anexo II

ED1

PUENTE, J., REMACHA, M. y VIGUERA, J. A. (2010). *Física y Química 3º ESO*. Madrid: SM.

ED2

ZUBIAURRE, S., MORALES, A. M., ARSUAGA, J. M. y PÉREZ, A. (2011). *Física y Química 3º ESO*. Madrid: Anaya.

ED3

BALIBREA, S., REYES, M., CORREA, J., ÁLVAREZ, A. y SÁEZ, A. (2003). *Física y Química 4 Educación Secundaria*. Navarra: Anaya.

ED4

VIDAL, M. C., DE PRADA, F. y SANZ, P. (2008). *Física y Química 4º ESO*. Madrid: Santillana.

Anexo III

Test de ideas previas sobre las ondas

1. ¿Qué entiendes cuando se habla de 'onda'?
2. ¿Qué relación crees que existe entre las ondas y la energía?
3. Señala cuáles de los siguientes fenómenos consideras que son ondulatorios:
 - Un terremoto
 - Un músico tocando la flauta
 - Un libro que cae de una repisa
 - Un tenista que golpea la pelota con la raqueta
4. ¿Qué es el sonido? ¿Cómo se produce?
5. Si dos astronautas estuvieran fuera del cohete y pudieran hablar como tú haces con tus compañeros, ¿se oirían? ¿Por qué?
6. ¿En qué consiste el eco?
7. ¿Qué es la luz?
8. ¿Por qué puedes ver tu imagen en un espejo? ¿Y a un amigo a través de una ventana? ¿Cómo se forma el arco iris?
9. ¿Qué tienen en común la luz y el sonido?
10. ¿Piensas que las ondas pueden contaminar? ¿Y afectar a nuestra salud?

Anexo IV

Introducción para el tema de 'ondas' de la propuesta de mejora.

La finalidad de esta actividad es servir de motivación al inicio del tema presentando un poco de Historia y mostrando una imagen más real de la Ciencia: experimentación, críticas o rechazo de las teorías, trabajo conjunto de diversos científicos, etc.

Texto extraído de SECO GRANJA, F. y JIMÉNEZ RUIZ, A. R. (2006). Visión ultrasónica de los murciélagos. Seminario de Sistemas Inteligentes SSI2006, libro de actas, 31-45. Recuperado de <http://www.car.upm-csic.es/lopsi/static/publicaciones/Congreso%20Internacional/SSI2006Fernando.pdf> (julio de 2013).

Es del conocimiento común que, mientras que a los seres humanos nos cuesta desplazarnos y orientarnos en la oscuridad, algunos animales como las lechuzas o los murciélagos eligen la noche para volar y alimentarse, aparentemente sin problemas.

Durante mucho tiempo esto se aceptó como un hecho más de la vida, pero en 1793, el naturalista italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799) decidió averiguar qué capacidad sensorial empleaban estos animales para “ver en la oscuridad”. Para ello, encerró a una lechuza y un murciélago en una habitación, en la que había dispuesto una serie de hilos cruzados de lado a lado, de los que colgaban campanillas, de forma que sonaran si los animales chocaban con ellos. En la penumbra ambos animales eran capaces de volar, pero cuando se hizo la oscuridad total en la habitación, Spallanzani comprobó que la lechuza se desorientaba y chocaba con los hilos y contra las paredes, mientras que el murciélago mantenía intacta su capacidad de volar. La conclusión lógica fue que la lechuza simplemente tenía una visión más sensible que la del hombre, pero que el murciélago debía de tener alguna capacidad adicional que no dependía de la luz.

Con el fin de excluir completamente la visión, Spallanzani procedió a quemar los ojos de los murciélagos para cegarlos completamente, y los liberó en la habitación. No sólo comprobó que estos murciélagos ciegos volaban con igual facilidad, sino que, capturándolos unos días más tarde y examinando el contenido de sus estómagos, habían sido capaces de cazar insectos al igual que sus congéneres con vista.

A punto de creer en un nuevo sexto sentido, Spallanzani comunicó sus resultados a un zoólogo suizo, Charles Jurine, quien ideó otra prueba: taponó los oídos de los murciélagos con bolas de cera, observando que su capacidad de evitar obstáculos se deterioraba notablemente. Spallanzani fue capaz de replicar los hallazgos de Jurine, insertando pequeños tubos metálicos en las orejas de los murciélagos. Ambos

concluyeron que el sentido del oído, y no la vista, era fundamental para que el murciélago volara y cazara. Aparte de exponer esta prudente conclusión, Spallanzani y Jurine no realizaron ninguna especulación adicional; aún así, sus opiniones fueron rechazadas por la comunidad científica, que siguió ateniéndose a la explicación convencional, dada por el naturalista francés Georges Cuvier: los murciélagos usaban el sentido del tacto, palpando los objetos de su entorno con las alas¹. El trabajo de Spallanzani y Jurine cayó en el olvido por un siglo entero.

A principios del siglo XX, sin embargo, la situación había cambiado: la navegación comercial y militar experimentaba un importante auge, y con la preocupación por la seguridad de las naves, nació la necesidad de disponer de algún mecanismo para evitar las colisiones con otros barcos o con icebergs. En 1912, el año del hundimiento del transatlántico Titanic, el ingeniero norteamericano Hiram Maxim escribió en la revista *Scientific American*: “los murciélagos detectan los obstáculos escuchando las reflexiones de sonidos de baja frecuencia producidos con sus alas (a aproximadamente 15 Hz), y los barcos podrían evitar colisiones con icebergs u otros barcos instalando un aparato que emitiera sonidos de gran potencia y un receptor que escuchara los ecos de vuelta”. Aunque Maxim estaba equivocado respecto a los murciélagos, su idea básica se hizo realidad hacia el final de la primera guerra mundial con el desarrollo del sonar por el físico francés Paul Langevin (1872-1946). La misma noción de Maxim fue expuesta en 1920 por el fisiólogo británico Hartridge, quien sin embargo apuntó su opinión de que los murciélagos emitían y escuchaban sonidos ultrasónicos, es decir, por encima del rango audible por el ser humano.

Ni Maxim ni Hartridge intentaron comprobar sus teorías, pero en 1938 el zoólogo norteamericano Donald Griffin (1915-2003), que trabajaba en la universidad de Harvard estudiando la migración de las bandadas de murciélagos, supo que el físico norteamericano George Washington Pierce (1872-1956) acababa de construir el primer micrófono piezoeléctrico, capaz de detectar vibraciones ultrasónicas. Pierce se mostró encantado de colaborar con Griffin, y juntos comprobaron que, efectivamente, el murciélago emite continuamente sonidos inaudibles por el hombre, y que si bloqueaban la emisión o la recepción de los mismos, impedían su vuelo.

Ayudado por otro investigador, Robert Galambos, Griffin emprendió una larga serie de experimentos con los murciélagos, descubriendo muchos de los hechos básicos sobre el uso de los ultrasonidos que expondremos en el apartado 4. Para definir esta nueva capacidad de los murciélagos, Griffin acuñó el término ecolocalización en 1944². Pronto se descubrió que otros animales, notablemente los cetáceos como las ballenas y delfines, también estaban dotados de capacidad para ecolocalizar. La ecolocalización es

hoy en día un auge de intenso estudio en fisiología comparativa, neurociencia, robótica, computación y acústica.

Griffin dedicó su vida a investigar las capacidades sensoriales y el comportamiento de los animales, y fue uno de los máximos defensores del cognitivismo animal, corriente filosófica según la cual todos los seres vivos poseen consciencia y desarrollan procesos mentales que determinan su comportamiento.

¹Hay que tener en cuenta que hacia 1800, no era en absoluto evidente que pudieran existir sonidos no audibles por el ser humano.

²La Real Academia Española dice que el término correcto es “ecolocación”, y lo hace provenir de la raíz latina eco+locatio (posición). En realidad, Griffin le dio el nombre “echolocation”. La opción elegida por la RAE supone dos problemas: (a) la traducción al español de “to locate” y “location” es “localizar” y “localización”, no “locar” ni “locación”; (b) ¿cómo traduciríamos el verbo “to echolocate” y el adjetivo “echolocating”, ambos de uso ubicuo en la literatura inglesa sobre el tema? Por estas razones, en este texto emplearemos ecolocalización, ecolocalizar, etc.

Anexo V

A continuación, se muestran varios de los recursos utilizados en la aproximación de unidad didáctica.

Vídeo sobre las ondas y sus características (sesión 2)

- <http://www.youtube.com/watch?v=xxCLbWSy7ZQ>

Vídeo sobre la historia de la naturaleza de la luz (sesión 4)

- <http://www.youtube.com/watch?v=7aN6Q3WzAtA>

Búsqueda del tesoro (sesión 5)

- a. ¿Por qué los huesos no se estudian con las ecografías?
- b. Explica algunos usos en medicina de los ultrasonidos.
- c. ¿Qué finalidad tiene el uso del sónar de alta frecuencia (HF) junto al de baja frecuencia (LF)?
- d. ¿Cómo afecta la radiación UV a los microorganismos?
- e. ¿Qué ventajas parece tener la desinfección de alimentos con luz UV frente a otras técnicas?
- f. ¿Qué diferencias hay entre un horno y un microondas?
- g. ¿Cómo se produce el cocinado de los alimentos dentro de un microondas?
- h. ¿Por qué no se deben introducir metales en el microondas?
- i. ¿Qué puede ocurrir si se pone en funcionamiento el microondas estando vacío?
- j. Piensa o investiga sobre otra aplicación que puedan tener las ondas

Páginas webs para obtener las respuestas

- http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_04_05/io9/public_html/ecografias.html
- http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_04_05/io9/public_html/sonar.html
- <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2004/04/21/11935.php>
- <http://www.inta.es/descubreAprende/htm/hechos9.htm>

Ejercicios y problemas generales del tema (sesión 5)

1. ¿Por qué puedes oír a una persona que está en la habitación contigua, pero no verla?

2. Un surfista observa que la distancia entre las crestas de dos olas es de 25m y se desplazan con una velocidad de 10 m/s. Calcula:

- El periodo de la ola
- La frecuencia
- Si se sube a la cresta de una de las olas, ¿cuánto tiempo tardará en llegar hasta la orilla de la playa situada a 100 m?

(Obtenido del libro de texto analizado de la ED4, p. 176).

3. Imagina que vives junto a una autovía con mucho tráfico, ¿qué medidas tomarías para reducir el ruido?

4. Explica con tus palabras en qué consiste la 'ecolocalización'.

5. Vas a un pozo a sacar agua. Sin embargo, por error, el cubo se cae dentro y te das cuenta de que has tardado 2 s en oír el cubo chocando contra el agua. ¿A qué profundidad está la superficie del agua? ($v_{\text{sonido}}=340 \text{ m/s}$).

6. ¿Por qué en una tormenta se ve primero el relámpago y se oye el trueno después? ¿Cómo podrías saber a qué distancia estás de la tormenta?

7. Estás sumergido en una piscina mientras buceas y un amigo tuyo está de pie en el borde de la piscina dispuesto a lanzarse al agua; sin embargo, no quiere caer sobre ti y te busca con la mirada dentro del agua. Tú, que ya conoces la ley de Snell, decides gastarle una broma y volverte 'invisible', ¿cómo podrías hacerlo? ¿Podría tu amigo hacer algo similar para que tú no lo vieses desde el interior de la piscina? ($n_{\text{aire}}=1$, $n_{\text{agua}}=1,33$).

8. Es de sobra conocido que cuando llueve y sale el sol, se produce lo que llamamos 'arco iris'. Sin embargo, es posible que alguna vez hayas visto ¡dos arco iris! Uno de colores más brillantes y otro a su lado de intensidad más débil y con los colores al contrario. ¿Por qué piensas que sucede esto?

Información sobre la contaminación acústica y lumínica (sesión 6)

- <http://www.mundosinruido.es/contaminacion-acustica/>
- <http://www.ehu.es/acustica/espanol/ruido/efectos%20y%20normativa/efectos%20y%20normativa.html>
- <http://www.ecogestos.com/la-contaminacion-sonora-y-su-impacto-en-la-naturaleza/>
- <http://www.alboxclima.com/astronomia/calidad/luminosidad/luminosidad.htm>
- http://www.astromalaga.es/nuevalaco/index.php?option=com_content&view=article&id=39&Itemid=53&lang=es

Anexo VI

Autoevaluación individual (sesión 7)

1. ¿Qué es una onda?
2. Nombra los tipos de ondas y pon un ejemplo cotidiano de cada una de ellas.
3. ¿Por qué eres capaz de saber que una misma nota ha sido producida por dos instrumentos musicales distintos?
4. ¿Cómo funciona el sónar de un barco? ¿Para qué se utiliza? ¿Qué ocurriría si se emplease en aire?
5. Comenta algunas ideas que se han tenido sobre la luz en la Historia.
6. Calcula el índice de refracción del material con que están hechas unas gafas tras comprobar que la luz incide con un ángulo de 30° y se refracta con uno de 20° .
7. ¿Qué malas prácticas hay que evitar al hacer funcionar el microondas?
8. Ordena de mayor a menor energía las siguientes ondas electromagnéticas: luz verde, rayos X, microondas, ondas de radio, luz roja, rayos cósmicos.
9. ¿Qué consecuencias tiene la contaminación acústica sobre la salud? ¿Y sobre el medio ambiente? ¿En qué afecta la contaminación lumínica?
10. ¿Qué nota te pondrías? Contesta con sinceridad
 - a. Suspenso
 - b. Aprobado
 - c. Notable
 - d. Sobresaliente

Autoevaluación de grupo (sesión 7)

1. ¿Qué nota le pondrías, en general, a tu grupo? Contesta con sinceridad
 - a. Suspenso
 - b. Aprobado
 - c. Notable
 - d. Sobresaliente
2. ¿Cuál ha sido tu impresión al trabajar en grupo?
 - a. Muy buena: todos hemos cooperado ayudándonos mutuamente a lograr los objetivos
 - b. Buena: casi todos hemos cooperado y hemos tratado de ayudarnos mutuamente a lograr los objetivos
 - c. Regular: no todos hemos cooperado, pienso que podría haber sido de otra forma mejor

- d. Mala: nadie ha cooperado ni ha realizado su trabajo y no hemos logrado los objetivos
- 3. ¿Cómo crees que podríais mejorar la próxima vez?

Test de opinión (sesión 7)

- 1. ¿Te ha gustado el tema?
 - a. Sí, mucho
 - b. Sí, bueno, no ha estado mal
 - c. No, no era de mi interés
 - d. No, me ha resultado un rollo
- 2. ¿Qué es lo que más te ha gustado? ¿Por qué? _____
- 3. ¿Y lo que menos? ¿Por qué? _____
- 4. ¿Ha despertado el tema tu interés por aprender más sobre las ondas, el sonido y la luz?
 - a. Sí
 - b. No
- 5. ¿Consideras que ahora sabes más que antes sobre las ondas?
 - a. Sí
 - b. No
- 6. ¿Hay alguna actividad que te gustaría realizar que no se haya hecho?