



VNIVERSITATIS VALÈNCIA

Máster Universitario en Investigación en Didácticas Específicas
Especialidad en Didáctica de las Ciencias Experimentales

Los trabajos prácticos en la enseñanza de la Física y Química de 4º de la ESO: un análisis de libros de texto y de la competencia científica del alumnado.

Memoria de Trabajo de Fin de Máster presentada por:
Ernest Arnau Marco

Tutores:

Dr. Jordi Solbes Matarredona

Dra. Anna R. Esteve Martínez

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales

València, 20 de junio de 2022

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

Especialidad: Didáctica de las Ciencias Experimentales

Autor:

Apellidos: Arnau Marco

Nombre: Ernest

Título de la memoria:

Los trabajos prácticos en la enseñanza de la Física y Química de 4º de la ESO: un análisis de libros de texto y de la competencia científica del alumnado.

Tutor 1:

Apellidos: Solbes Matarredona

Nombre: Jordi

Departamento: Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales

Tutor 2:

Apellidos: Esteve Martínez

Nombre: Anna R.

Departamento: Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales

Fecha de defensa: julio de 2022

Palabras clave: trabajo práctico, Educación Secundaria, libros de texto, competencia científica.

Keywords: practical work, High School education, textbooks, scientific competence.

Códigos UNESCO: Teoría y Métodos Educativos (5801), Didáctica de las Ciencias Experimentales y Formación del Profesorado (5899)

Resumen:

Los trabajos prácticos tienen una gran relevancia en educación al motivar y familiarizar al alumnado en la metodología científica, a la vez que producen adquisición de la competencia científica. En el presente estudio analizamos los trabajos prácticos que proponen diferentes libros de texto, así como el nivel de competencia científica del alumnado de Física y Química de 4º de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) (15 a 16 años). Se han revisado 7 libros de texto de las principales editoriales y encuestado a 116 estudiantes. La metodología utilizada se ha fundamentado en la elaboración de cuatro cuestionarios con las características fundamentales de la metodología científica según las investigaciones en Didáctica de las Ciencias. Los resultados indican que el actual planteamiento y concepción de los trabajos prácticos por parte de los libros de texto crea una visión deformada de la metodología científica. El alumnado muestra una baja familiarización con los procedimientos de la metodología científica. Finalmente, la comparación de nuestros resultados con los obtenidos en décadas pasadas indica que las editoriales y el profesorado no están incorporando las investigaciones en didáctica de las ciencias.

Resum:

Els treballs pràctics tenen una gran rellevància en educació en motivar i familiaritzar a l'alumnat en la metodologia científica, alhora que produeixen adquisició de la competència científica. En el present estudi analitzem els treballs pràctics que proposen diferents llibres de text, així com el nivell de competència científica de l'alumnat de Física i Química de 4t de l'Educació Secundària Obligatoria (ESO) (15 a 16 anys). S'han revisat 7 llibres de text de les principals editorials i enquestat a 116 estudiants. La metodologia utilitzada s'ha fonamentat en l'elaboració de quatre qüestionaris amb les característiques fonamentals de la metodologia científica segons les recerques en Didàctica de les Ciències. Els resultats indiquen que l'actual plantejament i concepció dels treballs pràctics per part dels llibres de text crea una visió deformada de la metodologia científica. L'alumnat mostra una baixa familiarització amb els procediments de la metodologia científica. Finalment, la comparació dels nostres resultats amb els obtinguts en dècades passades indica que les editorials i el professorat no estan incorporant les recerques en didàctica de les ciències.

Abstract:

Practical works are very relevant in education because they motivate and acquaint students with scientific methodology. In addition to this, they produce acquisition regarding scientific competence. In this study, we analyze some practical projects that have been proposed by different textbooks and the level of scientific competence that 4th course Compulsory Secondary Education students (ESO) have (they are from 15 to 16 years old). For the purpose of this study, we have revised 7 different Physics and Chemistry books and 116 students have been surveyed. The methodology that has been used is based on the elaboration of four questionnaires that contain the main characteristics of the scientific methodology that follow the investigation results of Science Didactics. The obtained results show that the current approach and conception of practical projects that can be found in these textbooks generates a distorted image about scientific methodology. Students are poorly acquainted with scientific work procedures. Finally, the comparison of our results with the results obtained in past decades shows that editorials and teachers are not incorporating investigations in science teaching.

Agraïments

A la meua família per acompanyar-me en aquesta aventura; sense vosaltres no hauria estat possible. Com tantes altres vegades heu sigut les llavorettes i el motiu pel qual ha pogut créixer i florir.

A totes les amigues i amics que han fet possible l'aplicació dels qüestionaris, en especial a Maite, Rafa, Gemma, Teresa i Laura. A Mariano per mostrar-me com mantenir la passió per la ciència i la docència.

Al professorat i direcció del Màster d'Investigació en Didàctica Específiques per les classes i la seua feina. Al llarg del curs hem passat moltes hores de passió per l'ensenyança i la didàctica. Al Dr. Pascual Diago pels seus consells.

Al meu alumnat, tant passat, present com futur al qual van destinades totes les investigacions i millores.

Als meus tutors, Jordi i Anna, per mantenir-me focalitzat, els seus consells, idees, la guia que han realitzat, les revisions i per tantes altres coses que és impossible de descriure. Moltes d'elles traspassen la part acadèmica i m'acompanyaran sempre.

I was born not knowing
and have only had a little time to change that here and there.

-Richard Feynman-

Índice de contenidos

1. Introducción y planteamiento del problema	6
2. Hipótesis y marco teórico	10
2.1. Hipótesis de investigación	10
2.2. Fundamentación didáctica	10
2.2.1. Desinterés por las ciencias	11
2.2.2. Alfabetización científica y currículum	13
2.2.3. Enseñanza de las ciencias basada en la investigación	18
2.3. Objetivos de enseñanza y dificultades de aprendizaje	22
2.4. Objetivos.....	23
3. Metodología	24
3.1. Diseño del análisis de los libros de texto	24
3.1.1. Cuestionarios para el análisis de los libros	24
3.1.2. Criterios de valoración del cuestionario de los libros	28
3.2. Diseño del cuestionario del alumnado	35
3.2.1. Cuestionarios para el alumnado	35
3.2.2. Criterios de valoración del cuestionario del alumnado	39
3.3. Relación entre cuestionarios, objetivos y dificultades	47
3.4. Muestra	49
3.4.1. Muestra de los libros de texto.....	49
3.4.2. Muestra del alumnado.....	50
4. Análisis y discusión de resultados	51
4.1. Análisis de los libros de texto.....	51
4.2. Análisis de los resultados del cuestionario del alumnado	69
4.3. Comparación entre los cuestionarios 2 y 4.....	84
5. Conclusiones y perspectivas.....	86
5.1. Conclusiones.....	86
5.2. Limitaciones	90
5.3. Prospectiva	91
6. Referencias	92
7. Anexos	100
I - Tabla con la escala de valoración del cuestionario 4.....	100
II – Tablas de los cuestionarios de los libros.	102
III – Porcentajes cuestionario 3 y 4 por IES.....	103

1. Introducción y planteamiento del problema

La Ley Orgánica para la Modificación de la Ley Orgánica de Educación (LOMLOE) presta especial atención a la alfabetización científica. Según dicha ley, en la etapa de Educación Primaria se introducen los fundamentos generales, pero es en Educación Secundaria cuando se profundiza en las diferentes áreas. Es en este nivel educativo cuando la LOMLOE indica sobre la Física y la Química:

En esta alfabetización científica, la materia de Física y Química contribuye a que el alumnado comprenda el funcionamiento del universo y las leyes que lo gobiernan, y proporciona los conocimientos, destrezas y actitudes de la ciencia que le permiten desenvolverse con criterio fundamentado en un mundo en continuo desarrollo científico, tecnológico, económico y social, promoviendo acciones y conductas que provoquen cambios hacia un mundo más justo e igualitario. (MEFP, 2022, p. 80)

Por lo tanto, la ley educativa asigna a la Física y la Química un papel fundamental en la adquisición por parte del alumnado de las habilidades propias de la ciencia. Estas destrezas están incluidas, según la LOMLOE, en la competencia matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería (competencia STEM por sus siglas en inglés: Science, Technology, Engineering and Mathematics) que:

...entraña la comprensión del mundo utilizando los métodos científicos, el pensamiento y representación matemáticos, la tecnología y los métodos de la ingeniería para transformar el entorno de forma comprometida, responsable y sostenible. (MEFP, 2022, p. 28)

Para Cañal (2012) y Pedrinaci et al. (2012) la competencia científica requiere de cuatro dimensiones: conceptual (describir y explicar fenómenos naturales), metodológica (comprender las características de la ciencia), actitudinal (formular hipótesis e investigar problemas) e integrada (documentarse y tomar decisiones sobre el mundo natural).

En el ámbito escolar esta adquisición de competencias se realiza con las horas asignadas a las asignaturas de cada rama del saber. En el caso de la Comunidad Valenciana, el primer curso en el cual se cursa la asignatura de Física y Química es 2º ESO, con una carga horaria de 2 horas semanales; este número de horas se repite para 3º ESO. En el curso siguiente, 4º ESO, se incrementa a 3 horas, aunque la materia pasa a ser optativa. Según el currículum, al terminar la ESO el alumnado debe haber interiorizado las competencias propias de la ciencia y en especial las asignadas a la Física y la Química.

Las competencias adquiridas están influenciadas por la metodología utilizada en el aula (March, 2006) y los recursos utilizados, entre los que destacan los libros de texto. Este recurso supone uno de los pilares básicos de la acción docente y tiene gran influencia en el aula tanto en docentes como en el alumnado (Palacios y Jiménez, 2002). Maturano y Mazzitelli (2018) hacen referencia a 25 investigadoras e investigadores para calificar los libros de texto como el recurso más utilizado y base para los diferentes modos de enseñanza en las ciencias naturales. En la misma línea los califican Martínez et al. (2009) al afirmar que los libros de texto son “los ejes de trabajo de muchos docentes”.

Además, el libro de texto da seguridad al profesorado, pero también les hace entrar en una rutina que les resta autonomía y creatividad (de Oliveira Maia y Villani, 2016; Maturano y Mazzitelli, 2018).

Este papel fundamental del libro de texto en la educación no es nuevo. En la década de los años 80 del siglo XX se realizaron diferentes investigaciones sobre la importancia de los libros de texto en el aula. Una de las conclusiones de la National Science Teachers Association de Estados Unidos fue que más del 90 % del profesorado de ciencias afirmó utilizar los libros de texto entre el 90 % y 95 % del tiempo (Harms y Yager, 1981; Yager, 1983). A nivel español, la Asociación Nacional de Editores de Libros y Material de Enseñanza (ANELE) sitúa en un 81,3 % el porcentaje de profesorado que reconoce utilizar el libro de texto bastante o mucho en su día a día educativo y un 71,9 % de familias lo considera imprescindible (ANELE, 2013).

Con un uso tan elevado del libro de texto es lógico pensar que la aplicación del currículum oficial en el aula se realiza a partir de la concretización que han realizado las editoriales. Es decir, el currículum real y, a la vez, aplicado sería la interpretación que realizan las editoriales del currículum oficial (López-Valentín y Guerra-Ramos, 2013). Hace treinta años, Tamir y García Rovira, (1992), analizaron los libros de texto más utilizados en Cataluña. En su investigación encontraron que los ejercicios prácticos de laboratorio propuestos no permitían desarrollar las habilidades de planificación y aplicación científica.

En la misma línea se dirigen las conclusiones de Pérez y Meneses Villagrà, (2020) sobre la competencia científica en los libros de Ciencias de la Naturaleza. Según esta investigación, las actividades propuestas permitían, por un lado, desarrollar capacidades de búsqueda y organización de información y, por otro y en menor medida, las de observación y manipulación, mientras que apenas se aprendía a formular preguntas, identificar problemas, diseñar experimentos para contrastar hipótesis o proponer explicaciones a partir de evidencias.

Aunque el currículo era el mismo, Ibáñez et al. (2019) encontraron discrepancias en la presentación de la introducción de la ciencia de los libros de Educación Secundaria de Física y Química y de Biología y Geología. Además, presentaban sesgos y concepciones erróneas de la metodología científica.

Por lo tanto, la elección de la metodología utilizada y el uso del libro de texto tienen un impacto directo en cómo se desarrolla el aprendizaje. Tal como indican Gil et al., (1999) citando a Hodson, (1992), el alumnado aprenderá más sobre la naturaleza de la ciencia si se le da la oportunidad de reflexionar a partir de investigaciones científicas.

En el entorno educativo estas investigaciones científicas se pueden llevar a cabo a través de los trabajos prácticos. El problema radica en que, en la educación secundaria, casi no se realizan trabajos prácticos (Solbes y Tarín, 2007). Un motivo para esta baja presencia de la metodología científica en el aula podría ser que el currículum tiene una marcada tendencia a fijarse en las ideas de la ciencia en lugar de en las ideas sobre la ciencia (Franco-Mariscal, 2015). Desde los años sesenta del siglo XX se ha estado intentando cambiar esta tendencia del currículo y hacer que incluya conocimiento sobre la propia ciencia:

qué es, cómo funciona, cómo se trabaja en ciencia... (Gyllenpalm y Wickman, 2011; Ibáñez et al., 2019).

Así pues, las prácticas de laboratorio de los libros de texto actuales serán, en el mejor de los casos, las que se llevarán a cabo en el aula e influirán en la adquisición de las competencias científicas. Es por ello por lo que se debe investigar y comprender qué visión del trabajo científico muestran los libros de texto y qué conocimientos interioriza realmente el alumnado con las acciones que se llevan a cabo en los centros.

Todo lo expuesto con anterioridad nos lleva a plantearnos las siguientes preguntas de investigación:

- Pregunta 1: ¿En qué medida las prácticas de laboratorio propuestas por los libros de texto de Física y Química reflejan los procedimientos del trabajo científico?
- Pregunta 2: ¿En qué medida está familiarizado el alumnado de Física y Química con los procedimientos del trabajo científico?

2. Hipótesis y marco teórico

2.1. Hipótesis de investigación

Las investigaciones precedentes y expuestas en la introducción parecen indicar que existe una relación pobre entre los libros de texto y la competencia científica. Así, a partir de nuestras preguntas de investigación, planteamos las siguientes hipótesis:

- Hipótesis 1. Los libros de texto de Física y Química no presentan prácticas de laboratorio basadas en la metodología científica.
- Hipótesis 2. El alumnado de Física y Química no domina las competencias científicas necesarias para explicar y entender los fenómenos físicos planteados en los libros de texto.

En los siguientes apartados de la presente sección se fundamentarán ambas hipótesis a partir de la importancia de la alfabetización científica y el estado de desinterés por las ciencias del alumnado.

2.2. Fundamentación didáctica

En la primera parte de esta subsección se detallan algunas de las causas encontradas por las investigaciones en didáctica de las ciencias del desinterés del alumnado por las ciencias. En la segunda subsección se describe cómo la investigación e indagación contribuyen a la alfabetización científica, a mejorar el interés del alumnado y su influencia en el currículum.

La sección termina con metodologías de enseñanza de las ciencias avaladas por la investigación que servirán de base para los cuestionarios utilizados en esta investigación.

2.2.1. Desinterés por las ciencias

La alfabetización científica ha sido uno de los objetivos y propósitos de la escuela (Millar, 2006). Objetivo que, lejos de lograrse, ha empeorado en los últimos tiempos suponiendo un descenso de estudiantes matriculados en titulaciones universitarias de ciencias (Samans et al., 2016; Talavera et al., 2018) y en las asignaturas de ciencias de la Educación Secundaria (Esteve y Solbes, 2017; Rocard et al., 2007; Solbes, 2011; Solbes et al., 2007). Además, desde hace años se sabe que el desinterés del alumnado hacia las ciencias aumenta con la edad (James y Smith, 1985; Solbes y Vilches, 1989; Yager y Penick, 1986).

Para cambiar esta dinámica se deben conocer los motivos de este bajo seguimiento en las ciencias y las dificultades que supone su aprendizaje. Como todos los procesos complejos no hay una única causa. A continuación, se describirán algunos de los posibles motivos.

Un primer motivo está relacionado con la propia estructura del sistema educativo. Las diferentes leyes educativas (LOGSE, LOCE, LOE, LOMCE...) no valoran la enseñanza de las ciencias (Solbes et al., 2007). Esto se observa en que las asignaturas de carácter científico pasan a ser pronto de carácter optativo. En el caso de la Física y la Química a este hecho se suma la baja asignación de horas que se realiza en los cursos obligatorios. Hasta ahora, en el caso de la Comunidad Valenciana, se dispone de 2 horas semanales tanto en 2º ESO como 3º ESO. Estas dos horas implican que el alumnado puede terminar todos sus estudios académicos obligatorios habiendo cursado únicamente dos cursos de Física y Química y, en total, unas teóricas 160 sesiones de 55 minutos que en la realidad serán 120 tras descontar festivos y otras actividades del centro.

El segundo factor es una valoración social negativa de la ciencia. Solbes et al. (2007) concretan este motivo en la influencia de diferentes grupos. Uno de carácter conservador y fundamentalista que, junto a valorar negativamente a la ciencia, se oponen a ella. Otro grupo la consideran cosa de genios, difícil, aburrida y con repercusiones peligrosas para la sociedad y el medio ambiente. Relacionado con este punto, se esperaría que las películas de Ciencia Ficción

de carácter apocalíptico tuvieran influencia en esta visión negativa. En cambio, las investigaciones de Petit y Solbes (2012) concluyen que el alumnado no opina que el futuro vaya a ser peor a causa de la ciencia.

Un tercer motivo es la relación género-aprendizaje de las ciencias. Los datos indican que el número de mujeres que llegan a la universidad ha crecido más rápido que el de hombres (Esteve y Solbes, 2017; Sjøberg y Schreiner, 2005) pero la proporción de mujeres en titulaciones de Ciencias y Tecnología es un 40% inferior (OECD, 2006). Por ejemplo, Talavera et al. (2018) encontraron en el alumnado de magisterio que el factor género puede influir en la percepción hacia la ciencia. Tres de los motivos que explicarían este desinterés son: el bajo número de referentes de las mujeres científicas en el currículum, la enseñanza sin relaciones CTSA y la interiorización de estereotipos de género por parte del profesorado y alumnado (Solbes et al., 2007).

El cuarto factor implica la enseñanza directa de las ciencias con una metodología de carácter conceptual basada en el libro de texto. Solbes et al. (2007) ya indicaban tres confluencias: la primera serían unos libros de texto poco innovadores, la segunda una gran mayoría de profesorado poco dado a los cambios y, por último, exámenes institucionales de carácter tradicional. Estos motivos formarían una cadena de retroalimentación que afectaría directamente al tipo de enseñanza aplicada (Solbes, 2011).

El tercer y cuarto factor están relacionados. Los libros de texto también tienen sesgos de género; en especial los de ciencias, con una presencia de mujeres de solo un 8% (FQ 8%, BG 11%, Matemáticas opción A 6% y opción B 4%) y resultados cada vez más bajos a medida que se avanza en los cursos (López-Navajas, 2014). Además, en los temas que introducen la ciencia en los libros de Biología y Geología y Física y Química la contribución de la mujer se ve poco reflejada (Ibáñez et al., 2019).

El profesorado es consciente del problema del bajo interés del alumnado y, a su vez, de las posibles soluciones (trabajos prácticos, historia de la ciencia, CTS...) pero no las siguen ni tienen pensado hacerlo (Solbes, 2011). Esta reticencia a aplicar las medidas no es nueva; en la investigación de Harms y Yager (1981) el profesorado creía que, ya en esa época, se hacía demasiado

hincapié en las demostraciones prácticas, el aprendizaje por descubrimiento y los temas de actualidad.

Respecto a las prácticas de laboratorio, nos encontramos con que una proporción elevada del profesorado las plantea desde el punto de vista transmisivo, sin tener en cuenta los intereses y necesidades del alumnado (Gavidia, 2008).

2.2.2. Alfabetización científica y currículum

A lo largo de la historia la ciencia ha tenido gran relevancia en el desarrollo de un país (Hazelkorn et al., 2015; Solbes et al., 2007). La primera revolución industrial (entre 1760 y 1840) comenzó con el ferrocarril y el motor de vapor, la segunda (siglo XIX y principios del XX) con la electricidad y la cadena de montaje y la tercera (empezó a finales de 1940) engloba los semiconductores, los ordenadores, la informática personal e internet (Schwab, 2017). Esta relación entre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente (CTSA) se ha incrementado en los últimos años y hace necesaria una mayor alfabetización científica de la sociedad (Gil y Vilches, 2001; Vilches et al., 2004).

El concepto de alfabetización científica no es nuevo, en realidad, se planteó a finales de la década de los años 50 del siglo XX (Deboer, 2000). A nivel internacional hace más de tres décadas que la alfabetización científica se ha convertido en uno de los objetivos y propósitos de la escuela (Millar, 2006). Es decir, se intenta conseguir una alfabetización científica que permita a la ciudadanía intervenir en decisiones políticas, aplicar los conocimientos científicos en la vida diaria y tener conciencia de su importancia en la sociedad (Balastegui et al., 2020). Este logro, además, serviría como base para futuros científicos puesto que, en las carreras universitarias de carácter STEM, las relaciones ciencia-tecnología-sociedad tienen poco peso curricular (Balastegui et al., 2020; Vilches et al., 2004).

Además de los anteriores motivos la alfabetización científica es, como concluyen Gil y Vilches (2006), una fuente de placer por sí misma. El conocimiento científico produce asombro, goce y ayuda a comprender la historia

de la humanidad. Todos ellos son factores que pueden ayudar a aumentar el interés del alumnado por la ciencia.

Uno de los problemas actuales es que el impacto histórico y social de la ciencia no se ve reflejado en el interés por estas disciplinas. En el año 2003, los países más industrializados ya avisaban de la baja motivación del alumnado por la ciencia y sus salidas profesionales (Fensham, 2009). Más recientemente, el Foro Económico Mundial en su *The human Capital Report 2016* indicaba la gran demanda de personas con competencia STEM necesarias para mantener el desarrollo económico de los países (Samans et al., 2016). En dicho documento también se hacía hincapié en que una parte considerable de las personas tituladas en materias STEM procedían de un número reducido de países. A su vez, estos números van en consonancia con la posible disminución de la capacidad de investigación e innovación detectada en muchos países (Rocard et al., 2007).

Tabla 1. Relación entre las personas graduadas en titulaciones STEM respecto a la población de cada país (elaboración propia a partir de los datos del Banco Mundial y The human Capital Report 2016).

País	Personas recién graduadas en titulaciones STEM (2016)	Población (2016)	Porcentaje
China	4 666 000	1379 000 000	0,34%
India	2575 000	1325 000 000	0,19%
EE. UU.	568 000	323 100 000	0,18%
Rusia	561 000	144 300 000	0,39%
Irán	335 000	79 560 000	0,42%
Indonesia	206 000	261 600 000	0,08%
Japón	195 000	127 000 000	0,15%

La brecha entre la necesidad científica de la ciudadanía y el interés en la ciencia parece haberse ampliado en los países occidentales. En la Tabla 1 se aprecia que China e India ya han sobrepasado a EE. UU. tanto en número total (esperable por la población de los países) como en porcentaje de estudiantes STEM. Según los resultados de Brown et al. (2018), uno de los motivos para que

el alumnado asiático tenga mayor interés por las STEM que el estadounidense es el trabajo grupal. Es decir, el alumnado estadounidense percibía menos oportunidades para “trabajar con/ayudar/relacionarse con otros” en STEM que el asiático.

Los resultados anteriores son una tendencia que se mantiene a lo largo de los años. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO por sus siglas en inglés, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) permite obtener diferentes datos a través del UNESCO Institute for Statistics (UIS). Uno de esos datos es el porcentaje de graduados STEM por países. La Figura 1 recopila el porcentaje de graduados STEM de diferentes países. Se han incorporado los países de la tabla 1 (China y Japón no tienen datos) y países del entorno de España.

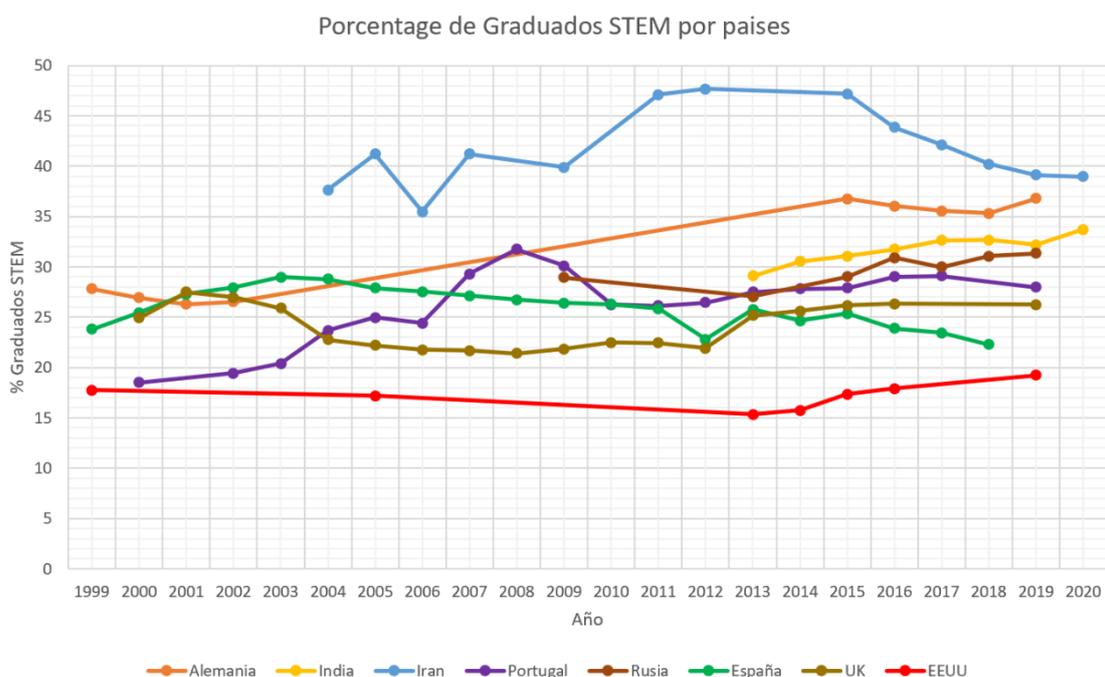


Figura 1. Evolución del porcentaje de graduados STEM, elaboración propia a partir de los datos de Unesco, (2022).

Los valores de Unesco (2022) van en la línea de los resultados de la Tabla 1 e indican las tendencias de cada país. Se destacan tres de ellas:

- El bajo porcentaje (≈18 %) de EE. UU. en los últimos 20 años.
- El alto valor de Irán (≈ 40 %) con un pico durante los cinco años del 2010 al 2015 del 47% de graduados STEM.

- El incremento del 10 % de Alemania entre 2002 y 2015, pasando del 26,5 % al 36,8 % con una tendencia estable. Incremento cercano al que ha conseguido Portugal entre los años 2000 (18,5 %) y 2016 (29 %) con un máximo en el 2008 del 31,8 %.

En el caso de España, la situación ha ido empeorando desde el 2003. En ese año el porcentaje de graduados en titulaciones STEM era del 28,98 %, valor que ha ido descendiendo hasta el 22,27 % del 2018.

En la siguiente parte de este apartado se describirán los análisis curriculares llevados a cabo para entender y solucionar los bajos porcentajes mostrados.

A nivel occidental la primera mitad del siglo XX se caracteriza por una enseñanza de las ciencias con predominio de la transmisión verbal. Para mejorar el aprendizaje en ciencias se intentó cambiar el enfoque a partir de la segunda mitad del siglo pasado. Así, en el entorno anglosajón aparecieron corrientes que abogaron por un modelo más experimental en que los trabajos prácticos pasaron a ser la parte principal (Payá Perís, 1991; Tamir et al., 1982).

Pero estas nuevas tendencias también tuvieron críticas por parte del profesorado. En la década de los años 70, menos de la mitad del profesorado utilizaba la indagación puesto que consideraban que solo funcionaba con el alumnado más brillante y motivado familiarmente (Harms y Yager, 1981).

Los bajos resultados en la alfabetización científica de la sociedad siguieron persistiendo en las siguientes décadas. Esto llevó a que, al final de los años 90 y principios del 2000, se comenzaron a analizar los currículums de forma más crítica (Fensham, 2009).

Una de las propuestas de mejora relacionadas con la alfabetización científica fue que la enseñanza de las ciencias debería ocuparse más de las aplicaciones tecnológicas en la sociedad (Reiss et al., 1999)

Centrados en la idea de mejorar la alfabetización científica de la ciudadanía Gil y Vilches (2001) realizaron una lista de aspectos básicos que debería lograr el currículum educativo. Por un lado, destacan la existencia de un conocimiento científico aplicable a la vida diaria con el fin de mejorar la sociedad, las condiciones de vida e intervenir en las decisiones políticas. Por otro lado, es

necesario dominar los procedimientos, conceptos e instrumentos de la ciencia para resolver problemas prácticos de carácter científico, económico, social.

Esta enseñanza de las ciencias con una mayor aplicabilidad al mundo real y social puede encontrar un obstáculo en el profesorado. Los docentes pueden sentirse inseguros en los conocimientos implicados y tener dudas en la parte no científica (Fensham, 2009; Millar, 2006; Roehrig et al., 2007).

Junto a este análisis del currículum más detallado surgieron iniciativas para la evaluación del aprendizaje del alumnado. A nivel internacional, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) tiene el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnado (PISA). Según Bybee (2015), para PISA la alfabetización científica comprende cuatro características interrelacionadas:

- Conocer y utilizar el conocimiento científico para hacer preguntas, explicar los fenómenos científicos, sacar conclusiones basadas en pruebas y adquirir nuevos conocimientos.
- Comprender las características de la ciencia como parte del conocimiento humano.
- Conciencia de la forma en que la ciencia y la tecnología influyen en nuestro entorno material, intelectual y cultural.
- Compromiso como ciudadano constructivo, preocupado y reflexivo con las cuestiones e ideas de la ciencia.

Como se ha descrito anteriormente, las investigaciones en didáctica de las ciencias proporcionan indicaciones a la hora de realizar un currículum acorde con la relación CTSA, la alfabetización científica y los trabajos prácticos. Balastegui et al. (2020) sintetizaron diferentes investigaciones e informes con los que evaluar la alfabetización científica del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria. De los siete puntos que encontraron, se desea destacar:

- La capacidad de aplicar el método científico para entender fenómenos naturales, resolver problemas y explicar situaciones del entorno.
- Reconocer la influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad y el medio ambiente.
- Interpretar información científica para tener una opinión propia.
- Tener una actitud positiva hacia la ciencia y comprender su naturaleza.

Algunas de estos puntos pueden encontrarse plasmados en el currículum. Por ejemplo, una de las ideas clave recogida por la LOMLOE es la necesidad de utilizar un tratamiento experimental y práctico para ir más allá de la parte académica y conectar con situaciones cotidianas. Esta parte de la metodología científica se ve completada con frases como:

Expresar las observaciones realizadas por el alumnado en forma de preguntas, formular hipótesis para explicarlas y demostrar dichas hipótesis a través de la experimentación científica, la indagación y la búsqueda de evidencias, para desarrollar los razonamientos propios del pensamiento científico y mejorar las destrezas en el uso de las metodologías científicas. (MEFP, 2022, p 130-131)

Además, en la línea de las conclusiones extrahidas por Brown et al. (2018) para hacer las STEM más interesantes la ley educativa incluye el trabajo en equipo, el crecimiento entre iguales, la colaboración y la cooperación.

2.2.3. Enseñanza de las ciencias basada en la investigación

En las secciones anteriores se han expuesto algunas de las dificultades en el aprendizaje de las ciencias y las consecuencias del bajo interés que despiertan. La enseñanza de las ciencias debería considerar estas dificultades e integrar factores como son los intereses sociales y del alumnado, ideas alternativas o el propio desarrollo histórico.

Una de las metodologías más utilizadas sigue siendo la que se denomina tradicional en que predomina la transmisión oral del conocimiento. Según Gavidia (2008) la enseñanza tradicional tiene, entre otras características, currículos aditivos, falta de contexto, explicaciones sin cohesión y se basa en la memorización.

En este tipo de enseñanza no hay trabajos prácticos o, si se incorporan, tienen carácter cerrado con todos los pasos a seguir dados desde un inicio (Gil et al., 1991). Son falsas investigaciones en las que, en realidad, se está siguiendo una “receta”; este será uno de los puntos que se analizará en el presente trabajo.

Para tener una comprensión adecuada del trabajo científico, se debe utilizar una metodología en que la teoría, las prácticas y los problemas queden integrados; al igual que lo hacen en la actividad científica (Gil et al., 1999). Por lo tanto, el objetivo de un aprendizaje por investigación es acercar al alumnado al contexto en que trabajan las personas que hacen ciencia y que tenga un papel activo en el aprendizaje (Franco-Mariscal, 2015).

Además, para comprender y aprender ciencia no basta con memorizar sus leyes, conceptos y modelos. Para realmente tener competencia científica es igualmente importante conocer sus métodos y saber que la ciencia no es una disciplina finalizada (Ferrés Gurt et al., 2015).

En cuanto al interés y la implicación del alumnado, se aumenta con una metodología que permita, entre otros factores, crear vínculos entre la enseñanza y la vida cotidiana o introducir la indagación centrada en el alumnado (A. Esteve y Solbes, 2017; Hasni et al., 2015)

Estas indicaciones sobre la enseñanza de las ciencias no son nuevas. En 1945, Dewey ya cuestionaba la práctica de enseñar ciencia exclusivamente con contenidos conceptuales (Solbes, 2009). Unos años después, en 1962, Schwab asignaba tres funciones a la orientación de la indagación en el laboratorio (Tamir et al., 1982): permitir que el alumnado solucione problemas que les presenten dificultades, eliminar la separación entre ideas y experimentos para no seguir únicamente unas instrucciones y, por último, utilizar los trabajos prácticos para el aprendizaje en lugar de ser una confirmación de leyes y conceptos ya aprendidos.

Además, Tamir et al. (1982) citan a Schwab y Bradwein (1962) para clasificar los trabajos prácticos en tres niveles de indagación: el nivel más bajo es aquel en el que el manual da el problema y el procedimiento para resolverlo, en el segundo nivel se proporciona el problema pero el alumnado decide las estrategias y la forma para resolverlo, en el tercer y último nivel se presenta una situación y el alumno define el problema, diseña el experimento y encuentra la respuesta.

Desde los años ochenta del siglo XX los currículos intentan incluir las investigaciones en didáctica de las ciencias para contextualizar y mantener el

interés del alumnado (Gavidia, 2008). La LOMLOE no es una excepción y recoge los avances de la enseñanza de las ciencias expuestas con anterioridad. De este modo, la ley integra el objetivo de formar ciudadanos capaces de entender el mundo que les rodea y actuar para mejorarlo. A su vez, indica que el aprendizaje y la evaluación han de ser más profundos para no quedarse en una simple memorización de conceptos.

Este conocimiento más profundo conlleva un aprendizaje capaz de detectar las ideas alternativas del alumnado y sustituirlas por otras más consistentes con las ideas científicas. El origen de estas concepciones alternativas es amplio: experiencias cotidianas (Furió et al., 2004; Solbes, 2009), lenguaje ordinario (Llorens et al., 1989), cómics, dibujos animados, películas (Petit y Solbes, 2016)... Estas ideas erróneas están interiorizadas y son difíciles de substituir con la enseñanza tradicional (Pintó et al., 1996; Solbes, 2009). Además, persisten tras superar la Educación Secundaria y Universitaria; incluso algunos libros de texto y profesorado las potencian (Campanario, 2003; Petit y Solbes, 2016).

Por lo tanto, las metodologías de aprendizaje deberían ser capaces de sacar a la luz las ideas alternativas erróneas y permitir que el alumnado las confronte con la realidad para sustituirlas por otras ideas con base científica.

Una metodología que incluye los aspectos anteriores es el aprendizaje basado en la investigación (ABI). En ella el alumnado construye el conocimiento aplicando métodos y prácticas similares a las utilizadas en una investigación científica: formular hipótesis y preguntas sobre el mundo natural y material, diseñar experimentos para comprobarlas, recoger información y sacar conclusiones (de Jong, 2006; Keselman, 2003; Scanlon et al., 2011). Este enfoque metodológico proporciona una experiencia con mayor base científica que los libros de texto o las demostraciones de laboratorio (Bransford et al., 1999, p. 184).

Pedaste et al. (2015) realizaron un metaanálisis de 32 artículos que describían las fases del ABI. A partir de ellos extrajeron cinco grandes fases de indagación con sus correspondientes subfases para crear un ciclo de indagación: orientación, conceptualización, investigación, conclusión y discusión.

En la primera de las fases, la orientación, se concreta el tema a investigar y sus variables. La elección puede iniciarse en el entorno, el profesor o el propio alumnado (Pedaste et al., 2015; Scanlon et al., 2011). Con esta fase se consigue aumentar el interés y la curiosidad del alumnado que, como se ha expuesto con anterioridad, era una de las causas de las dificultades que suponen las ciencias (Solbes et al., 2007).

A lo largo de la conceptualización se formulan las preguntas y/o hipótesis a partir de la teoría. Gyllenpalm y Wickman (2011) citan a McComas (1998) y a Wilson (1990) para señalar que una hipótesis es más que una simple predicción y en realidad sería una idea de cómo se conectan los datos. Al realizar las preguntas y/o hipótesis, el alumnado muestra sus ideas alternativas y, en las siguientes fases, podrá comprobar su validez.

La fase de responder a las preguntas y/o hipótesis se lleva a cabo en la investigación que incluye subfases como la exploración, experimentación e interpretación de los datos.

En la conclusión a partir de los resultados obtenidos en la investigación se responde a las preguntas o se confirman/rechazan las hipótesis de la conceptualización (Scanlon et al., 2011; White et al., 1999).

La quinta y última fase es la discusión que incluye la reflexión y la comunicación. Es una fase transversal que se aplica en el mismo momento que las otras cuatro. La comunicación es un proceso externo en que se transmite/recibe información al resto de grupo y se recibe/proporciona retroalimentación (Pedaste et al., 2015; Scanlon et al., 2011).

Pedaste et al. (2015) también encontraron que todas las fases están interconectadas entre sí y que el proceso no es lineal pudiendo volver a fases anteriores. Por ejemplo, el ciclo Hipótesis-Experimento-Interpretación de los datos puede repetirse varias veces.

2.3. Objetivos de enseñanza y dificultades de aprendizaje

Lo expuesto con anterioridad en relación con la fundamentación didáctica, curricular y las dificultades de aprendizaje nos llevan a la relación entre objetivos de enseñanza y sus dificultades.

Tabla 2. Relación entre los objetivos de enseñanza y dificultades de aprendizaje.

Objetivos de enseñanza	Dificultades de aprendizaje
Incluir un tratamiento experimental y práctico para ampliar la experiencia del alumnado y hacer conexiones con sus situaciones cotidianas.	Los trabajos prácticos se utilizan de forma puntual para comprobar la teoría ya estudiada a lo largo del tema.
Potenciar el interés y vocación hacia la ciencia entre el alumnado.	Se enseña la ciencia como un conjunto establecido con nulas posibilidades de contribución y separado de las inquietudes del alumnado.
Comprender los fenómenos de la naturaleza y explicarlos a través de las leyes físicas y químicas.	Las leyes físicas y químicas se presentan de forma independiente a los fenómenos de la naturaleza.
Promover la curiosidad por conocer y describir los fenómenos naturales	Los fenómenos/problemas a investigar son independientes de los intereses del alumnado. El alumnado tiene un papel pasivo manteniéndose como un simple espectador.
Proponer una metodología de enseñanza basada en el procedimiento científico en la cual se pregunte, observe, formulen hipótesis, experimente, indague y se busquen evidencias para comprobar, predecir posibles cambios y crear nuevo conocimiento.	Se utiliza una metodología dogmática basada en la transmisión verbal del conocimiento. En los pocos casos en los que se realizan trabajos prácticos el alumnado espera encontrar un proceso fijo a seguir (tipo receta).
Utilizar recursos científicos: técnicas de laboratorio, tratamiento y selección de información.	La enseñanza de la física y química se realiza en el aula ordinaria dejando el laboratorio para casos puntuales en los que se siguen unos pasos previamente marcados para llegar a un resultado ya conocido.

Tabla 2 (cont.). Relación entre los objetivos de enseñanza y dificultades de aprendizaje.

Interpretar y transmitir información siguiendo el lenguaje/normas propias de la ciencia.	La transmisión de información queda reducida a una prueba escrita entre el profesorado y el alumnado.
Familiarizar al alumnado con recursos digitales. Desarrollar habilidades para clasificar y crear recursos que propicien la comprensión, creatividad y el desarrollo.	La búsqueda de información se produce en las primeras webs de los buscadores y no se contrasta. La enseñanza se realiza memorizando los textos escritos sobre el papel, con aplicación directa de las ecuaciones y sin mostrar la creatividad necesaria de las ciencias.
Conseguir la colaboración y cooperación del alumnado. Analizar el entorno para idear, diseñar y fabricar productos.	Se percibe/plantea la física y la química como acciones de genios individuales con ideas brillantes.

2.4. Objetivos

A raíz de nuestras preguntas iniciales y la justificación de las hipótesis mediante el marco teórico, se han propuestos los siguientes objetivos para la investigación:

- Conocer la visión de la metodología científica que muestran los libros de texto de Física y Química de 4º ESO con relación a la metodología científica y, en especial, las prácticas de laboratorio que proponen.
- Analizar la familiarización del alumnado de Educación Secundaria con los procedimientos del trabajo científico.

3. Metodología

Con el fin de comprobar o refutar nuestras hipótesis y poder extraer conclusiones, se ha confeccionado un diseño experimental de tipo cuantitativo y cualitativo. En primer lugar, se describen los dos cuestionarios utilizados para analizar el tratamiento que realizan los libros de texto de los trabajos experimentales. En la segunda parte se explican los otros dos cuestionarios destinados a cuantificar la familiarización del alumnado de Educación Secundaria con los procedimientos del trabajo científico. En ambos casos, y tras presentar los ítems, se detallan los criterios de valoración seguidos.

La selección de ítems y preguntas de todos los cuestionarios se ha realizado en base a los objetivos y dificultades expuestos en la Tabla 2 y al análisis detallado de la ley educativa (LOMLOE). En la Tabla 7 se relacionan dichos objetivos y dificultades con los ítems.

3.1. Diseño del análisis de los libros de texto

3.1.1. Cuestionarios para el análisis de los libros

En educación, los libros de texto concretizan el currículo marcado por los organismos gubernamentales (Martínez Bonafé, 2002; Occelli y Valeiras, 2013). Es por eso por lo que marcan la distribución y jerarquización de los conceptos que se llevan al aula (Álvarez Méndez, 2001). De este modo, los libros de texto son considerados los soportes del conocimiento que una sociedad considera necesario difundir y asimilar por la ciudadanía (Choppin, 1993; Occelli y Valeiras, 2013).

Por otro lado, la metodología científica está especialmente relacionada con las prácticas de laboratorio y es en ellas en las que se muestran las verdaderas competencias científicas reflejadas por los libros de texto.

Los ítems de los dos cuestionarios para el análisis de los libros de texto son una ampliación y actualización del cuestionario validado por Gil y Payá (1988) y Payá Perís (1991). La actualización ha consistido en la incorporación de las tecnologías que se han popularizado en los últimos años (Internet y simulaciones interactivas), los cambios ocurridos en la edición de los libros (aumento de imágenes y estructura), adaptación al lenguaje inclusivo y otras cuestiones que el cuestionario inicial no planteaba. Además, las nueve preguntas añadidas amplían la propuesta inicial para tener presentes las directrices marcadas por las leyes educativas. De esta forma se han incorporado ítems en el apartado global del libro para analizar, entre otros factores, el tipo de imágenes, las simulaciones y las gráficas. Para el análisis de cada uno de los trabajos prácticos se ha agregado el trabajo en grupo, la relación con el entorno, los errores experimentales y si son trabajos puramente observacionales. En total tenemos 24 ítems.

Los ítems del cuestionario 1 son de carácter general y se centran en el desarrollo de las unidades didácticas. Los cinco ítems iniciales analizan el número de trabajos prácticos planteados, el momento de utilización o el uso general de la metodología científica. Se ha considerado importante añadir otros cuatro ítems para analizar el tipo de datos utilizados en el libro de texto (experimentales o extraídos de las ecuaciones que se pretenden deducir) y el uso de nuevas tecnologías popularizadas en las últimas décadas (Internet y simulaciones interactivas).

Los ítems del cuestionario 2 se centran en los trabajos prácticos propuestos por los diferentes libros de texto. Las preguntas siguen la estructura de un aprendizaje basado en la indagación (Pedaste et al., 2015):

- Orientación: los dos primeros ítems (2.1 y 2.2) analizan el planteamiento del problema a investigar y si el punto de partida procede del alumnado o viene preindicado.
- Conceptualización: centrada en la emisión de hipótesis por parte del alumnado (ítem 2.4) o por el texto (ítem 2.5).
- Investigación: la elaboración del diseño experimental lo realiza el alumnado o el libro de texto (ítem 2.6) y el tratamiento de posibles errores (ítem 2.11)

- Conclusión: reflexión sobre los resultados (ítem 2.7) y su validez (ítem 2.8)
- Discusión: es una fase transversal en que se busca bibliografía (ítem 2.3), se comparte información con los otros grupos (ítem 2.9, 2.12).

El resto de los ítems van en la línea de conocer la estructura general de los trabajos prácticos planteados: si son de tipo receta (ítem 2.10), el uso de las imágenes (ítem 2.13) y observacional sin mediciones experimentales (ítem 2.15).

De esta forma, se han utilizado los dos cuestionarios para el análisis de los libros de texto que se detallan a continuación.

Tabla 3. Cuestionario 1 para el análisis general de los libros de texto con relación a los trabajos prácticos.

Características generales del libro de texto analizado		
1.1 El libro de texto incluye trabajos prácticos.	N.º	
1.2 Las referencias a la metodología científica vienen asociadas únicamente a los trabajos prácticos.	Sí/No	
1.3 Aparecen trabajos prácticos como punto de partida para introducir el tema.	N.º	
1.4 Aparecen trabajos prácticos al final de los temas como actividades de simple ilustración de conocimientos teóricos (leyes, conceptos, etc.) ya vistos en el mismo.	N.º	
1.5 Aparecen trabajos prácticos integrados en el desarrollo del tema.	N.º	
1.6 Las gráficas están elaboradas a partir de datos reales.	Sí/No	
1.7 Se incluyen simulaciones en los trabajos prácticos.	Sí/No	
1.8 Se entregan todas y exclusivamente las variables que se utilizarán desde un principio sin dejar lugar a preguntarse cuáles se necesitan y cómo obtenerlas.	Sí/No	
1.9 Las imágenes son de objetos reales o diseños 3D/dibujos.	Reales/3D	

Tabla 4. Cuestionario 2 para el análisis de cada uno de los trabajos prácticos propuestos por los libros de texto.

Características específicas de cada trabajo práctico		
Título:	Pág.:	
2.1 Se propone al alumnado que plantee el problema a investigar	Sí/No	
2.2 Responde, al menos, al planteamiento de una situación problematizada.	Sí/No	
2.3 Se pide búsqueda bibliográfica (Internet o libros) o, al menos, se hace referencia.	Sí/No	
2.4 Propone al alumnado la emisión de hipótesis.	Sí/No	
2.5 Se hace, al menos, referencia a posibles hipótesis, aunque no se pretenda la emisión de estas por parte del alumnado.	Sí/No	
2.6 Propone que el alumnado elabore algún posible diseño experimental con el fin de contrastar hipótesis o consecuencias derivadas de las mismas.	Sí/No	
2.7 Se propone al alumnado (o se realiza al menos por los/las autores/as), alguna reflexión acerca del campo de validez de los resultados obtenidos.	Sí/No	
2.8 Se hace referencia a la validez limitada del experimento, insistiendo en que se considere su coherencia o no con los obtenidos por otros equipos y, en general, por la comunidad científica.	Sí/No	
2.9 Da una imagen no cerrada de la investigación científica abriendo nuevas perspectivas, refiriéndose a otros posibles trabajos relacionados, que podrían abordarse en algún momento.	Sí/No	
2.10 ¿Es un trabajo práctico tipo “receta” con las instrucciones detalladas a seguir?	Sí/No	
2.11 Se hace alusión a los errores experimentales de las medidas o resultados.	Sí/No	
2.12 Se plantea el trabajo práctico como colaboración en grupo.	Sí/No	
2.13 Aparecen imágenes que indican el montaje final.	Sí/No	
2.14 Se relaciona el trabajo práctico con el entorno, el mundo natural o situaciones cotidianas.	Sí/No	
2.15 ¿Es un trabajo observacional sin mediciones experimentales?	Sí/No	

3.1.2. Criterios de valoración del cuestionario de los libros

En esta subsección se explicarán los criterios seguidos para la valoración de los diferentes ítems del análisis de los libros.

A continuación, se describen los ítems del cuestionario 1 – Características generales del libro analizado.

- **Ítem 1.1 – El libro de texto incluye trabajos prácticos.**

Este ítem está destinado a conocer la relevancia que le da el libro de texto a los trabajos prácticos. A mayor número de trabajos prácticos presentados, mayor será el reconocimiento por parte de la publicación a estas actividades para familiarizar al alumnado en la metodología científica. En este apartado no se valorará la calidad de las propuestas realizadas, hecho que se deja para el cuestionario 2.

- **Ítem 1.2 - Las referencias a la metodología científica vienen asociadas únicamente a los trabajos prácticos.**

Su objetivo es comprobar si se utiliza exclusivamente la metodología científica en los trabajos prácticos y no se utiliza en otros momentos de la enseñanza como son la resolución de problemas o en la introducción de conceptos. Este enfoque dificultará la habilidad de utilizar la metodología científica y sus competencias en el entorno y en beneficio de la sociedad.

- **Ítem 1.3 - Aparecen trabajos prácticos como punto de partida para introducir el tema.**

El momento en el cual se plantean los trabajos prácticos caracteriza su función. La utilización de los trabajos prácticos para introducir el tema implica suponer que la metodología científica es ajena al contexto y motivaciones. Además, también supone que el alumnado puede crear todo el conocimiento directamente de los datos.

- **Ítem 1.4 - Aparecen trabajos prácticos al final de los temas como actividades de simple ilustración de conocimientos teóricos (leyes, conceptos, etc.) ya vistos en el mismo.**

La aparición de los trabajos prácticos al final del tema conlleva su utilización como simples actividades de comprobación de las leyes y conceptos introducidos. Es peor si aparecen solo como actividades complementarias, cuya realización no es obligatoria. Este uso imposibilita la creación de hipótesis (ya son conocidas) o conclusiones no acordes con lo “aprendido” con anterioridad.

- **Ítem 1.5 - Aparecen trabajos prácticos integrados en el desarrollo del tema.**

Como se ha indicado en el ítem 1.3, el momento en que aparecen los trabajos prácticos definen su función. Una integración durante el desarrollo supone darle contexto y un marco teórico al trabajo práctico para observar, formular hipótesis, experimentar...

- **Ítem 1.6 - Las gráficas están elaboradas a partir de datos reales.**

Las representaciones gráficas son una parte fundamental en la comprensión del mundo, en especial de las ciencias (García García y Perales Palacios, 2007). Los datos reales nunca se ajustan perfectamente a las funciones matemáticas puesto que hay cierto error experimental. Por lo tanto, los libros de texto que presentan gráficas cuyos valores encajan de forma exacta con las funciones no están representando la realidad experimental.

- **Ítem 1.7 - Se incluyen simulaciones en los trabajos prácticos.**

Las simulaciones son modelos dinámicos generados por ordenador del mundo real y sus procesos a partir de modelos teóricos o simplificaciones de componentes (Smetana y Bell, 2012). El interés de los estudiantes en las tabletas y los smartphones puede ayudar a aumentar la motivación en el alumnado hacia los trabajos prácticos (Arnau Marco, 2017; Esteve et al., 2021; Kuhn et al., 2014). De este modo es importante conocer el porcentaje de los libros de texto que incluyen simulaciones.

- **Ítem 1.8 - Se entregan todas y exclusivamente las variables que se utilizarán desde un principio sin dejar lugar a preguntarse cuáles se necesitan y cómo obtenerlas.**

En las investigaciones científicas hay un alto grado de indeterminación con las variables a utilizar. No se conocen de antemano todas las necesarias, lo usual es que se amplíe el planteamiento inicial según las necesidades. Por lo tanto, un libro de texto que plantee todos los trabajos prácticos con el número justo de variables dará una visión distorsionada de la metodología científica.

- **Ítem 1.9 - Las imágenes son de objetos reales o diseños 3D/dibujos.**

Las imágenes menos realistas exigirán mayor conocimiento del código simbólico utilizado (Palacios y Jiménez, 2002). Por lo tanto, los libros de texto deben hacer posible que el alumnado que lo utilice lo conozca y no tenga dificultad en su interpretación.

El cuestionario 2 – Características específicas de cada trabajo práctico se centra en el análisis específico de cada uno de ellos.

- **Ítem 2.1 – Se propone al alumnado que plantee el problema a investigar.**

La finalidad es comprobar si en los libros de texto se da opción a que el alumnado plantee el problema, defina las variables, decida el diseño experimental... tal como se realiza en la metodología científica. Además, un problema planteado por el alumnado llevará a una mayor motivación e interés.

- **Ítem 2.2 - Responde, al menos, al planteamiento de una situación problematizada.**

Para entender una investigación científica es necesario saber de forma precisa el problema que la origina. A través de este ítem se obtendrá el porcentaje de trabajos prácticos en los que se define con claridad el problema, las simplificaciones y las condiciones realizadas.

- **Ítem 2.3 - Se pide búsqueda bibliográfica (Internet o libros) o, al menos, se hace referencia.**

En un trabajo práctico, el marco teórico sirve de guía en todo el proceso del método científico. Por ejemplo, según el contexto teórico establecido se interpretarán los resultados o se plantearán unas hipótesis u otras. Este ítem recoge el porcentaje de trabajos prácticos que tienen en cuenta el contexto teórico a través de la búsqueda bibliográfica.

- **Ítem 2.4 - Propone al alumnado la emisión de hipótesis.**

Una parte fundamental en la metodología científica es la emisión de hipótesis. Esta no es solo una predicción, también sugiere como están conectados los datos (Gyllenpalm y Wickman, 2011). La emisión por parte del alumnado de las propias hipótesis aumentará su implicación y motivación. Además, esta formulación ayuda a conocer sus ideas alternativas y realizar cambios conceptuales en el conocimiento del alumnado. Las concepciones alternativas son las hipótesis iniciales del alumnado y el punto de partida para la reconstrucción de conocimiento (Furió et al., 2004).

- **Ítem 2.5 - Se hace, al menos, referencia a posibles hipótesis, aunque no se pretenda la emisión de estas por parte del alumnado.**

Un planteamiento centrado exclusivamente en la parte manipulativa de los trabajos prácticos no estaría reflejando la metodología científica. Un caso intermedio entre la no referencia a las hipótesis y su formulación por parte del alumnado sería que el propio libro de texto diera la hipótesis a comprobar. Este ítem nos proporciona, junto al 2.4, el porcentaje de trabajos prácticos con ninguna hipótesis, planteamiento por la autoría del libro o del alumnado.

- **Ítem 2.6 - Propone que el alumnado elabore algún posible diseño experimental con el fin de contrastar hipótesis o consecuencias derivadas de las mismas.**

Una parte fundamental de la metodología científica es el diseño experimental, sin embargo, no supone el mismo aprendizaje seguir un diseño dado por el libro de texto que el alumnado lo planee y realice. El diseño por parte del alumnado requiere creatividad, imaginación y un mayor dominio del contenido, habilidades, todas ellas, necesarias para llevar a cabo un diseño experimental que permita contrastar las hipótesis.

- **Ítem 2.7 - Se propone al alumnado (o se realiza al menos por los/las autores/as) alguna reflexión acerca del campo de validez de los resultados obtenidos.**

Las conclusiones de un trabajo práctico están limitadas por las aproximaciones y situaciones planteadas. De este modo es necesaria una reflexión de las condiciones en que son válidos los resultados obtenidos. Los libros de texto que planteen trabajos prácticos sin una reflexión final facilitan el uso de, por ejemplo, fórmulas en entornos en que las condiciones no lo permiten.

- **Ítem 2.8 - Se hace referencia a la validez limitada del experimento, insistiendo en que se considere su coherencia o no con los obtenidos por otros equipos y, en general, por la comunidad científica.**

Se busca la comprensión de que un único resultado no puede refutar o verificar una hipótesis. Por lo tanto, un libro que siga la metodología científica debe plantear la comparación de resultados entre los grupos y con la comunidad científica.

- **Ítem 2.9 - Da una imagen no cerrada de la investigación científica abriendo nuevas perspectivas, refiriéndose a otros posibles trabajos relacionados, que podrían abordarse en algún momento.**

Demostrar una hipótesis es fundamental en el pensamiento crítico, pero no es suficiente (Torres et al., 2018). Las investigaciones científicas terminan abriendo nuevas preguntas y relacionándose con otros trabajos. Así lo entiende también la LOMLOE, que plantea las conexiones con el entorno y la creación de nuevo

conocimiento. El presente ítem pretende proporcionar el porcentaje de trabajos prácticos que analizan los resultados, validez de estos y relación con otras investigaciones posibles.

- **Ítem 2.10 - ¿Es un trabajo práctico tipo “receta” con las instrucciones detalladas a seguir?**

Los planteamientos tipo “receta” proporcionan al alumnado todos los pasos a realizar y no dejan nada a su elección. Les indican el material y montaje, en algunos casos, incluso lo que deben obtener (tablas, conclusiones...). Con este ítem se valora el conjunto del trabajo práctico planteado. El resultado proporciona el porcentaje de trabajos prácticos que hacen uso de esta metodología.

- **Ítem 2.11 - Se hace alusión a los errores experimentales de las medidas o resultados.**

La investigación científica es un proceso dinámico con cambios, continua revisión y confirmación. Toda medida viene asociada a un error experimental; no plantearlo supone tomar como verdades absolutas los resultados. Por este motivo se considera necesario saber el porcentaje de trabajos prácticos que contemplan los errores experimentales.

- **Ítem 2.12 - Se plantea el trabajo práctico como colaboración en grupo.**

La mayor parte de las investigaciones científicas actuales se realizan en grupos, incluso algunos de miles de personas. Según Brown et al. (2018), la baja percepción de trabajo grupal en disciplinas STEM es una de las causas del desinterés entre el alumnado. El presente ítem cuantifica el número de trabajos prácticos planteados como colaboración en grupo.

- **Ítem 2.13 - Aparecen imágenes que indican el montaje final.**

El diseño experimental es una de las partes de la metodología científica en que se muestra creatividad. La inclusión de imágenes o fotografías del montaje

anula la posibilidad de plantear alternativas, equivocaciones y desarrollar la creatividad. Son una forma encubierta de plantear la investigación tipo “receta” (ítem 2.10).

- **Ítem 2.14 - Se relaciona el trabajo práctico con el entorno, el mundo natural o situaciones cotidianas.**

La LOMLOE destaca, en diferentes puntos, la necesidad de relacionar el pensamiento científico con la realidad cotidiana, el mundo natural y el entorno. A su vez, Solbes et al. (2007) encontraron que uno de los motivos del desinterés hacia la Física y la Química era la percepción por parte del alumnado de falta de relación de lo aprendido con su vida. Por este motivo, el presente ítem facilita la obtención del porcentaje de trabajos prácticos que se relacionan con actividades o hechos externos.

- **Ítem 2.15 - ¿Es un trabajo observacional sin mediciones experimentales?**

Para tener una comprensión más profunda de los trabajos prácticos propuestos por los libros de texto es necesario analizar si implican hacer mediciones o son simples observaciones. Tanto las observaciones como las mediciones son fundamentales en la metodología científica pero un desequilibrio tendría implicaciones en el aprendizaje de esta.

3.2. Diseño del cuestionario del alumnado

3.2.1. Cuestionarios para el alumnado

En la presente investigación, los cuestionarios 3 y 4 van destinados a recoger datos del alumnado de 4º de la ESO. El Cuestionario 3 es de tipo Likert, en el que predominan las preguntas con cinco posibles respuestas, aunque hay dos con únicamente tres opciones.

Como la segunda hipótesis podría ser consecuencia de una metodología didáctica basada en una enseñanza tradicional en la cual, como se ha descrito en la subsección 2.3.2, predomina la transmisión oral del conocimiento y este tipo de aprendizaje está apoyado, en su mayor parte, en las secciones de los libros de texto sin trabajos prácticos, se han introducido en el cuestionario 3 algunas preguntas del mismo tipo que en el cuestionario 1 de los libros de texto.

El primer cuestionario destinado al alumnado es una síntesis y adaptación del cuestionario de los libros de texto. Esta traslación permite comparar los conocimientos integrados en los libros de texto con la percepción y habilidades que ha desarrollado el alumnado (segundo de nuestros objetivos). En total, el cuestionario consta de 7 ítems.

El segundo cuestionario del alumnado profundiza en la competencia científica que poseen. Como base de las preguntas se ha utilizado la propuesta realizada por Tamir et al., (1982) en su Practical Test Assessment Inventory (PTAI) como instrumento de evaluación y las fases del Aprendizaje basado en la investigación de Pedaste et al. (2015). Consta de un planteamiento inicial y de seis preguntas abiertas.

Los dos cuestionarios para comprobar el nivel de familiarización del alumnado de Educación Secundaria con los procedimientos del trabajo científico se detallan a continuación.

Tabla 5. Cuestionario 3 para el alumnado.

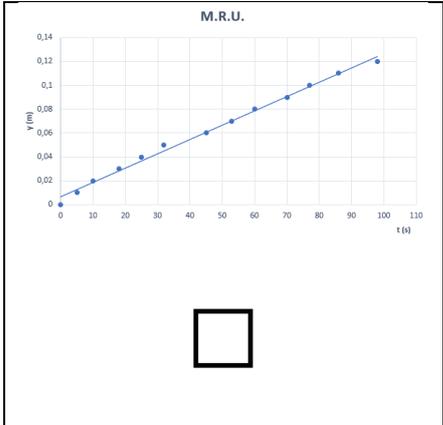
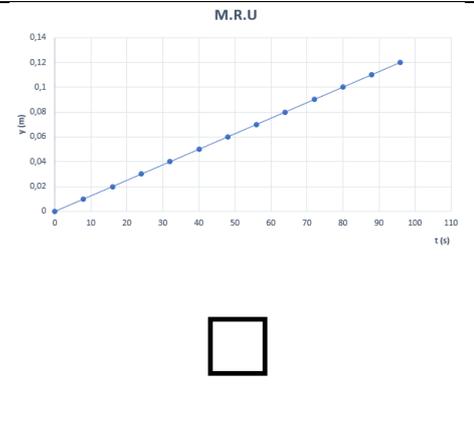
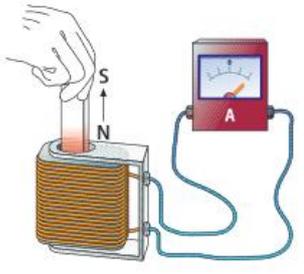
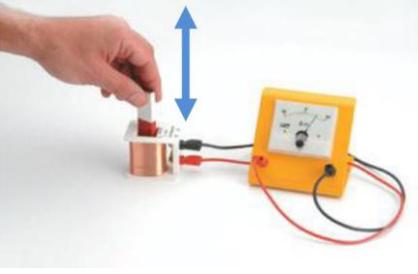
<p>3.1 ¿Cuántos trabajos experimentales recuerdas haber realizado?</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> Más de 3</p>		
<p>3.2 En mi opinión, la metodología científica está asociada únicamente a los trabajos experimentales.</p> <p><input type="checkbox"/> Nada de acuerdo <input type="checkbox"/> Poco de acuerdo</p> <p><input type="checkbox"/> Neutral <input type="checkbox"/> Bastante de acuerdo <input type="checkbox"/> Totalmente de acuerdo</p>		
<p>3.3 Los trabajos experimentales son un ejemplo de los conocimientos teóricos (leyes, conceptos, etc.) que ya hemos estudiado con anterioridad.</p> <p><input type="checkbox"/> Nada de acuerdo <input type="checkbox"/> Poco de acuerdo</p> <p><input type="checkbox"/> Neutral <input type="checkbox"/> Bastante de acuerdo <input type="checkbox"/> Totalmente de acuerdo</p>		
<p>3.4 ¿Qué representa mejor los datos reales que se obtienen en un experimento realizado en el laboratorio? Elige una de las 3 posibles respuestas.</p>		
 <p>M.R.U.</p> <p><input type="checkbox"/></p>	 <p>M.R.U.</p> <p><input type="checkbox"/></p>	<p>En las dos por igual</p> <p><input type="checkbox"/></p>
<p>3.5 Según tu experiencia de las simulaciones que representan un experimento podemos aprender lo mismo que si lo realizamos en la realidad.</p> <p><input type="checkbox"/> Nada de acuerdo <input type="checkbox"/> Poco de acuerdo</p> <p><input type="checkbox"/> Neutral <input type="checkbox"/> Bastante de acuerdo <input type="checkbox"/> Totalmente de acuerdo</p>		
<p>3.6 La información correcta es la que se encuentra en los primeros resultados de los buscadores de Internet (por ejemplo, Google)</p> <p><input type="checkbox"/> Nada de acuerdo <input type="checkbox"/> Poco de acuerdo</p> <p><input type="checkbox"/> Neutral <input type="checkbox"/> Bastante de acuerdo <input type="checkbox"/> Totalmente de acuerdo</p>		

Tabla 5 (cont.). Cuestionario 3 para el alumnado.

3.7 ¿En qué imagen te fijarías para realizar el experimento? Elige una de las 3 posibles respuestas.

 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	<p>Las dos por igual</p> <input type="checkbox"/>
---	--	--

El Cuestionario 4 (Tabla 6) tiene como finalidad conocer la competencia científica del alumnado. En la aplicación final de la investigación se eligió entre diferentes trabajos prácticos a analizar. Algunas opciones que se barajaron fueron el péndulo o movimientos armónicos simples, pero finalmente se ha elegido la caída libre de dos objetos de diferente masa. El motivo de su elección ha sido la facilidad de comprensión del objetivo de la experiencia por parte del alumnado.

En la elaboración de la estructura y las preguntas abiertas del cuestionario 4 se han seguido las fases encontradas por Pedaste et al. (2015) y los ítems propuestos por Tamir et al. (1982). Aún con esta base de investigaciones anteriores el cuestionario requiere un refinamiento en la formulación de las preguntas para asegurarse de la total comprensión por parte del alumnado. Por este motivo, la presente aplicación proporciona información sobre la competencia científica del alumnado y una base para una posterior mejora. En las secciones 5.2 - Limitaciones y 5.3 – Prospectiva se analiza este punto con más detalle.

Para facilitar la comparación con los ítems propuestos por Tamir et al. (1982) se han incorporado los ítems del PTAI en la parte izquierda de la tabla. Dichos ítems se han reordenado según las preguntas realizadas al alumnado.

Tabla 6. Cuestionario 4 para la recogida de datos de la competencia científica del alumnado.

<p>El problema que nos planteamos aquí es cómo caen cuerpos iguales de diferente masa si los soltamos a la vez.</p>	
	
Ítem PTAI	Preguntas caída libre
<p>Planteamiento</p> <p>1. Formular problemas 19. Aplicación de conocimientos.</p>	<p>4.1 ¿Para qué podría ser interesante investigar la caída de dos masas diferentes? 4.2 ¿Podríamos aplicar esta investigación en tu entorno?</p>
<p>Identificar variables</p> <p>3. Identificación de variables dependientes. 4. Identificación de variables independientes.</p>	<p>4.3 ¿De qué variables crees que depende la caída de dos masas?</p>
<p>Hipótesis</p> <p>2. Formular hipótesis</p>	<p>4.4 ¿Cómo pueden influir las variables que has identificado en la caída?</p>
<p>Ítems para el experimento</p> <p>6. Adecuación del experimento a la hipótesis a comprobar. 7. Integridad del diseño experimental.</p>	<p>4.5 Imagina que estás en el laboratorio con el resto de tu clase y podéis utilizar cualquier material, ¿cómo comprobarías experimentalmente la influencia de tus variables?</p>

Tabla 6 (cont.). Cuestionario 4 para la recogida de datos de la competencia científica del alumnado.

<p style="text-align: center;">Recogida de datos</p> <p>9. Realización y comunicación de mediciones 12. Descripción de las observaciones: precisión y exhaustividad de la descripción. 13. Hacer gráficas. 14. Hacer tablas. 15. Interpretación de los datos</p>	<p>4.6 ¿Al realizar tu diseño experimental qué procedimiento seguirías para recoger los datos? 4.7 ¿Qué instrumentos de medida podrías utilizar?</p>
<p style="text-align: center;">Resultados</p> <p>16. Extracción de conclusiones. 17. Explicación de los resultados de la investigación. 18. Ítems que piden un examen crítico de los resultados. 20. Comprender e interpretar los datos presentados en un gráfico.</p>	<p>4.8 ¿Qué conclusiones podrías extraer del experimento?</p>
<p style="text-align: center;">Prospectiva</p> <p>21. Sugerir ideas y formas de continuar la investigación.</p>	<p>4.9 ¿Harías algo más con las conclusiones?</p>

3.2.2. Criterios de valoración del cuestionario del alumnado

El Cuestionario 3, dedicado al alumnado, está desarrollado a partir del Cuestionario 1 de los libros de texto. Los ítems en ambos cuestionarios son similares puesto que se realizará una comparación entre la visión del trabajo científico que muestran los libros de texto y el aprendizaje del alumnado.

- **Ítem 3.1 – ¿Cuántos trabajos experimentales recuerdas haber realizado?**

Esta primera pregunta nos permite conocer el porcentaje de trabajos prácticos que ha realizado el alumnado durante el curso. Al compararlo con el valor de los libros de texto podremos conocer la aplicación de las propuestas realizadas por

las editoriales. A su vez, una mayor cantidad de trabajos experimentales debería ir asociada a una mejor familiarización con la metodología científica.

- **Ítem 3.2 - En mi opinión la metodología científica está asociada únicamente a los trabajos experimentales.**

Uno de los objetivos marcados por la LOMLOE es la aplicación de la metodología científica en ámbitos cotidianos y sociales. El ítem 1.2 del cuestionario 1 tenía como finalidad saber la utilización de los trabajos prácticos que ofrecían los libros de texto y la relación con la metodología científica. Esta pregunta va destinada a conocer la opinión del alumnado sobre el momento de aplicación de la metodología científica.

- **Ítem 3.3 - Los trabajos experimentales son un ejemplo de los conocimientos teóricos (leyes, conceptos, etc.) que ya hemos estudiado con anterioridad.**

En la línea de los ítems 1.3-, 1.4- y 1.5, se trata de conocer el momento en que se utilizan los trabajos experimentales y su función para crear conocimiento. Un alto porcentaje de respuestas que estén de acuerdo con la afirmación supondría un uso de mera comprobación de las leyes y conceptos presentados con anterioridad, además de una limitación a la metodología científica como fuente de conocimiento.

- **Ítem 3.4 - ¿Qué gráfica representa mejor los datos reales que se obtienen en un experimento realizado en el laboratorio?**

En el ítem 1.6 se ha detallado la importancia de las representaciones gráficas para la comprensión de las ciencias (García García y Perales Palacios, 2007). En esta pregunta se muestran dos gráficas: la de la izquierda está extraída de un M.R.U. real (posición de la arandela de un juguete de cuerda) mientras que la de la derecha son puntos de la ecuación de un M.R.U.

Se pretende saber el porcentaje de alumnado que es capaz de asociar la representación gráfica a experimentos reales (gráfica de la izquierda). Unos bajos resultados en la identificación de la gráfica de datos reales supondrían una distorsión de la comprensión de cómo se distribuyen los valores de un experimento. Por otro lado, si no coinciden el tipo de gráfica utilizada por los libros de texto y las respuestas del alumnado se deberá analizar el origen de dicha discrepancia.

- **Ítem 3.5 – Según tu experiencia de las simulaciones que representan un experimento podemos aprender lo mismo que si lo realizamos en la realidad.**

Las simulaciones son un recurso cada vez más usual en el aula, en especial en las últimas décadas (Smetana y Bell, 2012) y las investigaciones sugieren que aumentan la motivación del alumnado (Esteve et al., 2021). Esta pregunta va destinada a saber la opinión por parte del alumnado de las simulaciones como recurso de aprendizaje respecto a las prácticas reales.

- **Ítem 3.6 - La información correcta es la que se encuentra en los primeros resultados de los buscadores de Internet (por ejemplo, Google).**

La sociedad actual tiene la necesidad de una ciudadanía con pensamiento crítico, es decir, con capacidad para formular juicios con evidencias comprobables (Torres y Solbes, 2016). Este ítem tiene como objetivo proporcionar el porcentaje de alumnado que se centra en los primeros resultados y piensa que son correctos. Por lo tanto, un alumnado poco crítico se quedará con los primeros resultados de las búsquedas.

- **Ítem 3.7 - ¿En qué imagen te fijarías para realizar el experimento?**

La interpretación de las imágenes relaciona el grado de iconicidad de estas con el nivel de conocimiento del código simbólico utilizado (Palacios y Jiménez,

2002). Las dos imágenes que se muestran en la pregunta representan la misma experiencia, pero la de la izquierda es una figura extraída de Piñar (2015) mientras que la de la derecha es una fotografía extraída de Grence et al. (2016). El presente ítem posibilita un análisis sobre la idoneidad de utilizar fotografías o dibujos en los libros de texto.

La segunda parte de los cuestionarios para el alumnado (cuestionario 4) es de tipo abierto. Con estas preguntas se pretende conocer el grado de competencia científica en indagación del alumnado. Nuestras preguntas están basadas en la estructura del Practical Test Assessment Inventory (PTAI) propuesto por Tamir et al. (1982). Su finalidad original era normalizar y hacer más fiables las evaluaciones de los trabajos prácticos del alumnado. El PTAI original es el resultado de analizar las respuestas de cientos de alumnos de Israel que realizaron trabajos prácticos a finales de los años 70 del siglo XX y que fue validado con un nivel de concordancia del 90 %. En esencia, el alumnado tenía que crear una hipótesis, diseñar el experimento para comprobarla, llevarlo a cabo, recolectar los datos, comunicar los resultados, sacar conclusiones y aplicar el conocimiento a nuevas preguntas.

Por lo tanto, el cuestionario 4 de preguntas abiertas para el alumnado se ha realizado siguiendo las pautas dadas por Tamir et al. (1982) y las diferentes fases encontradas por Pedaste et al. (2015) para el aprendizaje basado en la investigación. Para su puntuación también se han seguido sus recomendaciones y criterios planteados para el PTAI. En el anexo I se han recogido las escalas de los diferentes ítems en una única tabla.

- **Ítems 4.1 y 4.2 – ¿Para qué podría ser interesante investigar la caída de dos masas diferentes? ¿Podríamos aplicar esta investigación en tu entorno?**

En el PTAI los ítems se engloban dentro del planteamiento de la investigación en que se formulan los problemas y se aplican los conocimientos.

Los criterios para el ítem 4.1 son:

- 1: No se plantean problemas o no sabe, no contesta.
- 2: Se plantea uno o varios problemas con una relación baja e inabordable.
- 3: Se plantean uno o varios problemas abordables, pero con relación baja o es una hipótesis.
- 4: Los problemas son adecuados pero su formulación no lo es.
- 5: Los problemas y su formulación son adecuados.

Los criterios para el ítem 4.2 son:

- 1: No se plantean aplicaciones o no sabe, no contesta.
- 2: Se plantea un experimento.
- 3: Se plantean aplicaciones sin relación con el problema.
- 4: Se plantean aplicaciones con relaciones bajas con el entorno.
- 5: Plantea aplicaciones con relación alta con el entorno y adecuadas a las características descritas.

En la metodología propuesta de aprendizaje basado en la investigación (ABI) y el ciclo de investigación de Pedaste et al. (2015) estos ítems y el 4.3 se encuentran en la fase de orientación. En ella se concreta el tema a investigar (ítems 4.1 y 4.2) y sus variables (ítem 4.3).

• **Ítem 4.3 - ¿De qué variables crees que depende la caída de dos masas?**

Una parte fundamental de toda investigación es la identificación de variables dependientes e independientes. Por lo tanto, saber qué son las variables, identificarlas y encontrar la relación entre ellas proporciona un indicador sobre el grado de asimilación de la competencia científica.

Siguiendo nuestra escala de cinco puntos, los criterios para el ítem 4.3 son:

- 1: No se identifican variables o no sabe, no contesta.
- 2: Las variables no tienen relación con el problema.
- 3: Identifica algunas de las variables.

- 4: Identifica las variables pero no las diferencia entre dependientes e independientes.
 - 5: Identifica las variables y las diferencia entre dependientes e independientes.
- **Ítem 4.4 - ¿Cómo pueden influir las variables que has identificado en la caída?**

La fase de conceptualización, con su formulación de preguntas y/o hipótesis a partir de la teoría, permite conocer las ideas alternativas del alumnado. Así, los criterios para el ítem 4.4 son:

- 1: No se formulan hipótesis o no sabe, no contesta.
 - 2: La hipótesis no se ajusta al problema o a la situación.
 - 3: La formulación contiene errores o son suposiciones/predicciones.
 - 4: La hipótesis está relacionada con el problema.
 - 5: La hipótesis está relacionada con el problema y es formulada en forma de: si... entonces...
- **Ítem 4.5 – Imagina que estás en el laboratorio con el resto de tu clase y podéis utilizar cualquier material. ¿Cómo comprobarías experimentalmente la influencia de tus variables?**

El ítem 4.5 pertenece a la fase de investigación, que es amplia y, a su vez, se divide en diferentes subfases: exploración, experimentación e interpretación de los datos. La pregunta va dirigida a analizar la exploración y experimentación. En el PTAI se valora la adecuación del experimento para comprobar la hipótesis y la integridad propia del experimento, por lo que los criterios para el ítem 4.5 son:

- 1: No se ha propuesto un diseño experimental o no sabe, no contesta.
- 2: Se ha propuesto un diseño experimental no relacionado con la hipótesis.
- 3: El diseño experimental tiene relación con la hipótesis pero no es realizable con el material disponible en un laboratorio escolar.

- 4: El diseño experimental permite la comprobación de la hipótesis pero no se relaciona con las variables.
 - 5: El diseño experimental permite la comprobación de la hipótesis y se relaciona con las variables.
- **Ítem 4.6 y 4.7 - ¿Al realizar tu diseño experimental qué procedimiento seguirías para recoger los datos? ¿Qué instrumentos de medida podrías utilizar?**

Como se ha indicado en el ítem anterior, la fase de investigación contiene la subfase de interpretación de los datos. Por otro lado, en el PTAI se valoran las gráficas y tablas, la descripción de las observaciones, la realización y comunicación de las mediciones y la interpretación de los datos. Teniendo en cuenta estas dos partes, se valoran las respuestas del alumnado según los criterios siguientes:

- 1: No se indica el procedimiento ni los instrumentos o no sabe, no contesta.
 - 2: Se indican los instrumentos, pero no el procedimiento para recoger datos.
 - 3: Se indican instrumentos y un proceso muy general.
 - 4: Se concretan procedimientos e instrumentos, pero no permiten recoger todos los datos necesarios.
 - 5: Se indican procedimientos e instrumentos que permiten recoger todos los datos necesarios.
- **Ítem 4.8 - ¿Qué conclusiones podrías extraer del experimento?**

En la metodología propuesta se ha descrito que en la fase de conclusiones se responde a las preguntas o se confirman/rechazan las hipótesis. El PTAI valora, entre otros factores, la explicación y examen crítico de los resultados, la extracción de conclusiones. Las respuestas a esta pregunta se han analizado según los criterios siguientes:

- 1: No se plantean conclusiones o no sabe, no contesta.
- 2: Se plantean conclusiones no relacionadas con el experimento.

- 3: Las conclusiones planteadas son en realidad resultados o no son completas.
- 4: No se relacionan las conclusiones con los datos.
- 5: Las conclusiones están fundamentadas en los datos.

- **Ítem 4.9 - ¿Harías algo más con las conclusiones?**

La quinta fase (discusión) tiene un factor transversal en que se reflexiona y comunica. El proceso de investigar lleva de forma orgánica a compartir con el resto de grupo la experiencia pero también a sugerir nuevas ideas y formas de continuar la investigación. Así, los criterios para el ítem 4.9 son:

- 1: No se plantea ir más allá de las conclusiones o no sabe, no contesta.
- 2: Se reformulan las conclusiones con otras palabras.
- 3: Se plantea seguir investigando sobre el tema pero de forma general sin concretar.
- 4: Se plantea otro experimento para comprobar la hipótesis o comparar con la bibliografía/otros grupos.
- 5: Se proponen nuevas ideas, experimentos y comparar con la bibliografía.

3.3. Relación entre cuestionarios, objetivos y dificultades

A continuación, se introducen de nuevo los objetivos de enseñanza y dificultades de aprendizaje, pero relacionándolos en esta ocasión con los ítems de los cuestionarios tanto de los libros como del alumnado.

Tabla 7. Relación de los objetivos y dificultades de aprendizaje con los ítems de los cuestionarios destinados a los libros y alumnado.

Objetivos enseñanza	Dificultades aprendizaje	Ítems libros	Ítems alum.
Incluir un tratamiento experimental y práctico para ampliar la experiencia del alumnado y hacer conexiones con sus situaciones cotidianas.	Los trabajos prácticos se utilizan de forma puntual para comprobar la teoría ya estudiada a lo largo del tema.	1.1, 1.4, 2.2, 2.9, 2.14	3.1, 3.2, 3.3, 4.2
Potenciar el interés y vocación hacia la ciencia entre el alumnado.	Se enseña la ciencia como un conjunto establecido con nulas posibilidades de contribución y separado de las inquietudes del alumnado.	1.3, 2.1, 2.2, 2.4, 2.9 y 2.15	3.1, 3.2, 3.4, 4.1, 4.2
Comprender los fenómenos de la naturaleza y explicarlos a través de las leyes físicas y químicas.	Las leyes físicas y químicas se presentan de forma independiente a los fenómenos de la naturaleza.	1.1, 1.2, 1.5, 2.2, 2.7, 2.8 y 2.14	3.3, 3.7, 4.5, 4.8
Promover la curiosidad por conocer y describir los fenómenos naturales	Los fenómenos/problemas a investigar son independientes de los intereses del alumnado. El alumnado tiene un papel pasivo manteniéndose como un simple espectador.	2.1, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.12	3.7, 4.1, 4.2

Tabla 7 (cont.). Relación de los objetivos y dificultades de aprendizaje con los ítems de los cuestionarios destinados a los libros y alumnado.

Proponer una metodología de enseñanza basada en el procedimiento científico en la cual se pregunte, observe, formulen hipótesis, experimente, indague y se busquen evidencias para comprobar, predecir posibles cambios y crear nuevo conocimiento.	Se utiliza una metodología dogmática basada en la transmisión verbal del conocimiento. En los pocos casos en los que se realizan trabajos prácticos el alumnado espera encontrar un proceso fijo a seguir (tipo receta).	1.2, 2.1, 2.3, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10 y 2.13	3.1, 3.2, 3.3, 4.3, 4.4, 4.5
Utilizar recursos científicos: técnicas de laboratorio, tratamiento y selección de información.	La enseñanza de la física y química se realiza en el aula ordinaria dejando el laboratorio para casos puntuales en los que se siguen unos pasos previamente marcados para llegar a un resultado ya conocido.	1.1, 1.8, 1.9, 2.3, 2.6, 2.11 y 2.15	3.1, 3.4, 3.6, 4.6, 4.7
Interpretar y transmitir información siguiendo el lenguaje/normas propias de la ciencia.	La transmisión de información queda reducida a una prueba escrita entre el profesorado y el alumnado.	1.6, 2.3, 2.8, 2.12 y 2.15	3.4, 4.6
Familiarizar al alumnado con recursos digitales. Desarrollar habilidades para clasificar y crear recursos que propicien la comprensión, creatividad y el desarrollo.	La búsqueda de información se produce en las primeras webs de los buscadores y no se contrasta. La enseñanza se realiza memorizando los textos escritos sobre el papel, con aplicación directa de las ecuaciones y sin mostrar la creatividad necesaria de las ciencias.	1.2, 1.7, 1.8, 1.10	3.5, 3.6, 4.7, 4.9
Conseguir la colaboración y cooperación del alumnado. Analizar el entorno para idear, diseñar y fabricar productos.	Se percibe/plantea la física y la química como acciones de genios individuales con ideas brillantes.	2.6, 2.8, 2.12	4.2, 4.5, 4.8, 4.9

3.4. Muestra

Para la aplicación de los cuestionarios de los libros de texto como del alumnado se ha elegido el nivel de 4º de la ESO. En dicho curso la asignatura de Física y Química pasa a ser optativa con una asignación de 3 horas semanales. El alumnado ha realizado una elección consciente de la asignatura bien sea por su interés particular en las materias o por su necesidad en un futuro.

3.4.1. Muestra de los libros de texto

En total se han analizado 7 libros de texto incluyendo las editoriales más populares y convencionales (Santillana, Oxford, Sm, McGrawHill, Edelvives, Anaya) y otro innovador (Elzevir). El número total de trabajos prácticos ha sido de 143.

Tabla 8. Código de referencia para los libros de texto con sus correspondientes datos bibliográficos.

Referencia en el texto	Datos bibliográficos
McGraw-Hill	Andrés del Río, E., Larrondo Almeda, F., Martínez Salmerón, F., y Bolea Escrich, S. (2016). Física y Química 4º ESO. McGraw-Hill.
Edelvives	Arróspide, M. del C., Blanco, D., y Pujolàs, P. (2016). Física y Química 4º ESO. Edelvives.
SM	Cañas, A., Viguera, J. Á., Caamaño, A., y de Prada, F. I. (2016). Física y química 4º ESO. SM.
Santillana	Grence, T., Vidal, M. del C., Sánchez, D., y de Luis, J. L. (2016). Física y Química 4º ESO, Serie Investiga. Santillana.
Elzevir	Hierrezuelo, J., Bullejos, J., Carmona, A., Molina, E., Montero, A., Mozas, T., Ruiz, G., Sampedro, C., y del Valle, V. (n.d.). Física y Química 4º ESO (4º Edición). Elzevir.
Oxford	Merlo, M. (2016). Física y Química 4º ESO. Oxford University Press.
Anaya	Vilchez, J. M., Morales, A. M., Villalobos, J. G., Tonda, P., y Garrido, L. (2016). Física y Química 4º ESO. Anaya.

A partir de los cuestionarios 1 y 2 se han analizado un total de 7 libros de texto correspondientes a la asignatura de *Física y Química* de 4º de la ESO y a diferentes editoriales. Como se ha indicado en la sección 1, un gran porcentaje (90 %) del profesorado los utiliza en sus clases alrededor del 95 % del tiempo (Harms y Yager, 1981; Yager, 1983) valores que se han mantenido en el tiempo y en nuestro entorno académico (ANELE, 2013). Lo que hace suponer que su análisis proporcionará una buena estimación de las competencias científicas que se muestran al alumnado.

3.4.2. Muestra del alumnado

El curso escolar de 4º de la ESO se corresponde a un alumnado de 15 o 16 años. Es un momento clave en la trayectoria académica del alumnado puesto que terminan una etapa (ESO) y empiezan la siguiente (Bachillerato). A lo largo del curso académico se consolidan las dinámicas y estrategias de aprendizaje y todavía es posible realizar cambios sustanciales sin la presión de las pruebas EVAU.

El alumnado que ha participado en el cuestionario procede de cuatro centros públicos de la provincia de Castellón (Comunidad Valenciana) y uno de Ibiza (Islas Baleares). Tres de los centros de la provincia de Castellón son de entorno rural y en él confluye alumnado tanto del pueblo en el que se ubica el IES como del entorno. El cuarto centro está situado en la ciudad de Castellón. El IES de Ibiza se sitúa en la segunda mayor ciudad de la isla (Sant Antoni de Portmany) siendo un punto de gran turismo.

En total se cuenta con una muestra de 116 participantes.

Los dos cuestionarios destinados al alumnado se han respondido al mismo tiempo. En el caso de los cuatro centros de Castellón en papel y, por distancia, en formato electrónico (Google Forms) en el IES localizado en Ibiza. Se debe destacar que el propio profesorado que imparte la asignatura de 4º de la ESO ha sido el que ha distribuido los cuestionarios; se han completado en su presencia.

4. Análisis y discusión de resultados

4.1. Análisis de los libros de texto

En la primera hipótesis se plantea que los libros de texto no presentan prácticas de laboratorio basadas en la metodología científica. A partir de esta idea se desarrollan los dos cuestionarios con 24 ítems explicados con anterioridad.

En este análisis se ha actuado asignando al trabajo práctico propuesto por el libro de texto el valor más desfavorable para nuestra hipótesis. Esto es, ante la duda, se ha calificado el ítem como si la práctica de laboratorio propuesta por el libro de texto estuviera basada en la metodología científica.

A continuación, se describen los resultados de cada ítem del cuestionario 1 y 2. En el anexo II se encuentra el desglose por libros e ítem.

- **Ítem 1.1 – El libro de texto incluye trabajos prácticos.**

Al analizar los 7 libros de texto se han encontrado un total de 143 trabajos prácticos, la distribución según la editorial se muestra en la Figura 2.

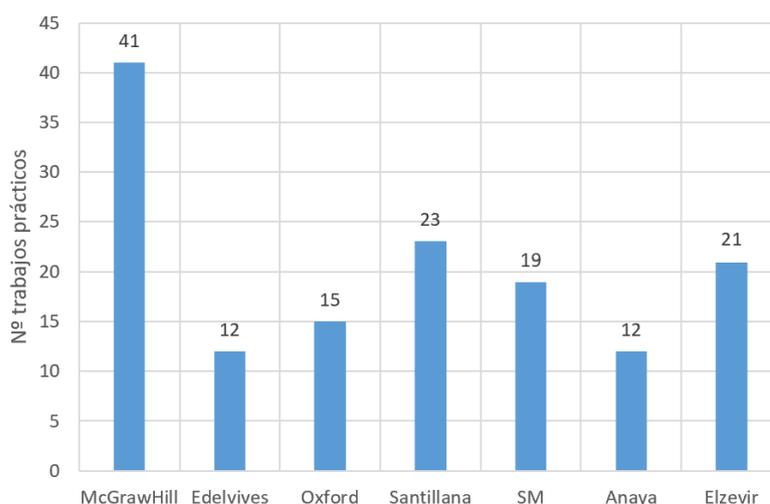


Figura 2. Número de Trabajos prácticos en cada uno de los libros de texto analizados

Se ha detectado la categorización como actividad de laboratorio práctica algunas que, en realidad, no lo son como, por ejemplo, recortar cartulinas (Figura 3, izquierda). Otro ejemplo es la propuesta bajo el título de “Experimenta” de la construcción de una tabla periódica vacía en la que se deben indicar cada una de las configuraciones electrónicas de la última capa para encontrar un patrón (Figura 3, derecha).

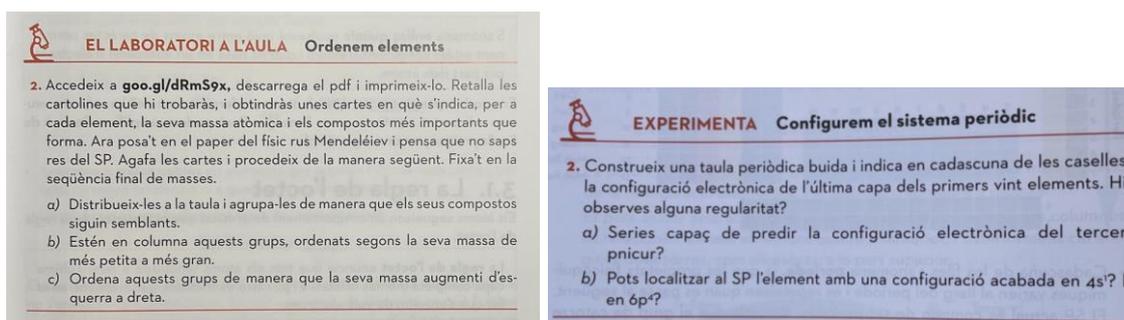


Figura 3. Ejemplos de falsos trabajos prácticos encontrados en los libros de texto, McGraw Hill pág. 42-43

Esta situación no es exclusiva de una única editorial y se ha encontrado en otras, como se puede observar en la Figura 4.

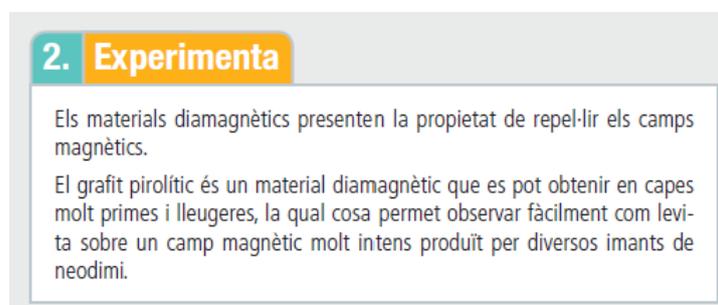


Figura 4. Ejemplo de falso trabajo práctico, Oxford pág. 77

- **Ítem 1.2 – Las referencias a la metodología científica vienen asociadas únicamente a los trabajos prácticos.**

La totalidad de los libros de texto de las editoriales convencionales asocian la metodología científica exclusivamente a los trabajos prácticos. Todas las propuestas de las editoriales convencionales incorporan un primer capítulo dedicado al método científico o a la investigación científica. En ese tema explican

lo que entienden que se hace en ciencia, las magnitudes, medidas, variables, diseño experimental, los errores...

Tabla 9. Utilización de la Metodología científica por parte de los libros de texto

	¿Metodología científica asociada únicamente a trabajos prácticos?
McGraw-Hill	Sí
Edelvives	Sí
Oxford	Sí
Santillana	Sí
SM	Sí
Anaya	Sí
Elzevir	No

El libro de la editorial Elzevir (de descarga gratuita y carácter innovador) integra los trabajos prácticos en el desarrollo del tema como actividades. Además, incorpora la metodología científica en el desarrollo normal de los conceptos, aunque hay diferencia entre la parte de física y la de química. En las páginas de química aparecen fotografías de reacciones y experiencias mientras que en física son dibujos.

- **Ítem 1.3 – 1.4 – 1.5 – Aparición de los trabajos prácticos según su posición en el tema: inicio, final y medio.**

En algunos libros se introducen las experiencias en el tema, pero siguen teniendo una función de comprobación de la teoría explicada. De este modo, encontramos integrados en el tema, por ejemplo, en la página 131 de McGraw Hill “Ahora comprobaremos la tercera ley de Newton con dos imanes.”

En tres de los siete libros analizados (Edelvives, Oxford, Anaya), los trabajos prácticos se sitúan casi en exclusiva en las últimas páginas del tema; incluso los problemas finales del tema aparecen antes. En esta posición los trabajos prácticos tienen la finalidad de comprobar alguna de las leyes y conceptos ya

introducidos. Son actividades complementarias de realización optativa; el alumnado puede completar todo el libro sin llevar a cabo ni un trabajo práctico.

En todos los libros comerciales los trabajos prácticos de más complejidad se sitúan en el final del tema. Los trabajos prácticos de carácter cualitativo se sitúan en el tema y tienen una estructura del estilo “haz este proceso con el material y observa lo que pasa”.

Es significativo el bajo porcentaje (3,5 %) de trabajos prácticos destinados a introducir el tema. Solo dos de los libros de texto los han utilizado en alguna ocasión para despertar el interés del alumnado por los conceptos posteriores y de forma puntual (5 de 143 trabajos prácticos).

Tabla 10. Distribución de los Trabajos prácticos según su posición en el desarrollo del tema.

	McGraw-Hill	Edelvives	Oxford	Santillana	SM	Anaya	Elzevir
Inicial	4	0	0	0	1	0	0
Medio	31	2	1	9	11	0	21
Final	6	10	14	13	7	12	0

En la Tabla 10 se observa que la editorial Anaya presenta sus 12 trabajos prácticos al final del tema. Casi la misma situación se observa en la editorial Oxford con únicamente un trabajo en una posición diferente a la final. En cambio, el libro de Elzevir tiene un carácter innovador y los integra en el desarrollo del tema; además los integra como actividades en lugar de ponerles la etiqueta de trabajos de laboratorio.

- **Ítem 1.6 – Las gráficas están elaboradas a partir de datos reales.**

Solo uno de los libros analizados (SM Arrels) presenta gráficas con datos que podrían ajustarse a los reales. El resto de los libros hacen coincidir todos los valores con la ecuación que los ajusta. Como se ha comentado, esta práctica lleva a dar una visión distorsionada de la metodología científica en que todo debe encajar a la perfección. A su vez, transmite la visión de un procedimiento sin

errores y sin posibilidad de encontrar valores dispares o que se alejen del valor exacto predicho por la teoría.

Tabla 11. Utilización de datos reales para la elaboración de gráficas.

	¿Las gráficas están elaboradas a partir de datos reales?
McGraw-Hill	No
Edelvives	No
Oxford	No
Santillana	No
SM	Sí
Anaya	No
Elzevir	No

- **Ítem 1.7 – Se incluyen simulaciones en los trabajos prácticos.**

De todos los libros analizados, únicamente dos de los sellos (McGraw-Hill, Anaya) incorporan simulaciones en los trabajos prácticos.

McGraw-Hill, en su mayoría, los utiliza en los trabajos prácticos integrados en el desarrollo del tema; en especial, en los correspondientes a los átomos, enlaces y velocidad de las reacciones. Son simulaciones externas a la editorial desarrolladas, principalmente, por la Universidad de Colorado en los EE.UU. (<https://phet.colorado.edu/>).

El uso de la editorial Anaya se sitúa en los temas de átomos, enlaces, gravitación... pero tienen una sección específica denominada "TIC" y marcada en azul. En esta sección, junto a las simulaciones interactivas se explica, por ejemplo, cómo realizar gráficas con una hoja de cálculo.

Tabla 12. Libros de texto que utilizan simulaciones interactivas.

	Utilización de simulaciones interactivas
McGraw-Hill	Sí
Edelvives	No
Oxford	No
Santillana	No
SM	No
Anaya	Sí
Elzevir	No

- **Ítem 1.8 – Se entregan todas y exclusivamente las variables que se utilizarán desde un principio sin dejar lugar a preguntarse cuáles se necesitan y cómo obtenerlas.**

La totalidad de los libros de texto entregan y detallan todas las variables que intervienen en los trabajos prácticos. Este proceso simplifica la tarea del alumnado pero, a la vez, distorsiona lo que sucede en una investigación real. Como se ha descrito en el ítem 4.4 del cuestionario 4, el estudiantado tiene problemas en un contexto en el cual no se le proporcionan las variables e incluso no saben qué es una variable.

Tabla 13. Indicación por parte del libro de texto de todas las variables que se utilizarán.

	Se entregan todas las variables
McGraw-Hill	Sí
Edelvives	Sí
Oxford	Sí
Santillana	Sí
SM	Sí
Anaya	Sí
Elzevir	Sí

- **Ítem 1.9 – Las imágenes experimentales son de objetos reales o diseños 3D/dibujos.**

En los libros de texto no se ha encontrado homogeneidad en el uso de imágenes. Algunos de ellos, como Edelvives, tiene un uso casi exclusivo de los diseños 3D/dibujos. Por el contrario, otros se decantan por las fotografías reales en el bloque de química para pasar a las representaciones en física (editorial Oxford, Anaya o Elzevir).

Tabla 14. Tipo de imágenes experimentales utilizadas por los libros de texto.

McGraw-Hill	Edelvives	Oxford	Santillana	SM	Anaya	Elzevir
3D	3D	Mixto	Reales	Reales	Mixto	Reales

- **Ítem 2.1 – Se propone al alumnado que plantee el problema a investigar.**

El análisis de cada uno de los 143 trabajos prácticos muestra que ninguno de los libros analizados permite al alumnado plantear el problema a investigar. Todos los trabajos prácticos vienen fijados en su planteamiento y estructura. Incluso hay libros que, desde el principio, explican los resultados que se deben obtener en la investigación.

Veremos que el empuje depende de la densidad del fluido y del volumen del objeto, no de su masa. (FQ, 4º de la ESO, 2016, Santillana, pp. 224.)

Mediremos ambas energías al inicio y al final del movimiento y veremos que, aunque cada una de ellas cambia, la energía mecánica se conserva (FQ, 4º de la ESO, 2016, Santillana pp. 244).

En esta práctica podremos determinar la existencia de carbono en un compuesto. La prueba de esta presencia inicial de carbono es la formación en una reacción química de una sustancia insoluble en agua, el carbonato de calcio (FQ, 4º de la ESO, 2016, Oxford pp. 96).

Por lo tanto, no son investigaciones; son simples comprobaciones de un resultado conocido y esperado. Este planteamiento en el cual el trabajo práctico

viene propuesto por un agente externo y con un resultado ya conocido conllevará un menor interés por parte del alumnado.

Tabla 15. Propuesta al alumnado por parte del libro de texto del problema a investigar.

McGraw-Hill		Edelvives		Oxford		Santillana		Sm		Anaya		Elzevir	
Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
0	41	0	12	0	15	0	23	0	19	0	12	0	21

- **Ítem 2.2 - Responde, al menos, al planteamiento de una situación problematizada.**

Únicamente 5 de los 143 trabajos prácticos analizados respondían a una situación problematizada. Lo que supone un 3,5 %. Al realizar la investigación sin un origen problematizado la práctica de laboratorio queda desvirtualizada y sin contexto. No se entienden los motivos, simplificaciones y las condiciones que dan lugar a su realización.

Tabla 16. Planteamiento del Trabajo practico como situación problematizada.

McGraw-Hill		Edelvives		Oxford		Santillana		Sm		Anaya		Elzevir	
Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
1	40	0	12	0	15	0	23	2	17	2	10	0	21

- **Ítem 2.3 - Se pide búsqueda bibliográfica (Internet o libros) o, al menos, se hace referencia.**

El 92,31 % de los trabajos prácticos analizados no pedían realizar una búsqueda bibliográfica. Como se ha ido indicando los trabajos prácticos planteados tenían una función de comprobación de las leyes ya presentadas con anterioridad o incluso señalaban los resultados a obtener.

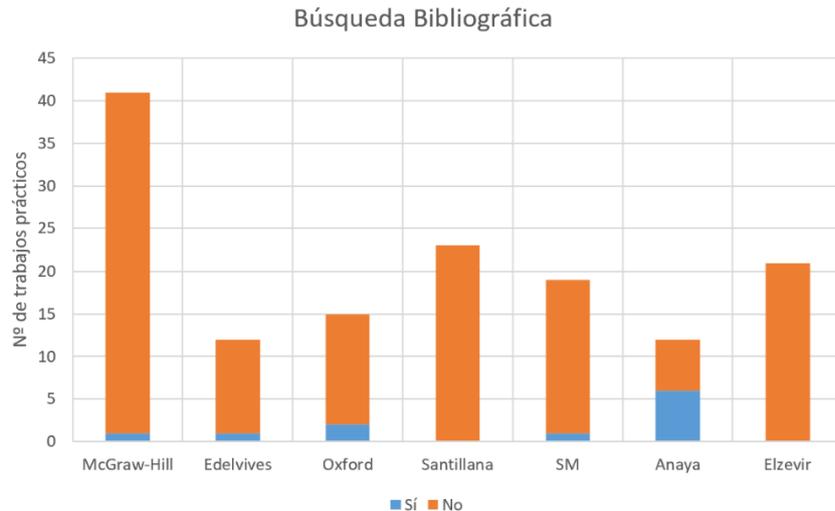


Figura 5. Número de Trabajos prácticos que piden búsqueda bibliográfica según la editorial.

En este ítem destaca la editorial Anaya en que pide una búsqueda bibliográfica en la mitad de las propuestas.

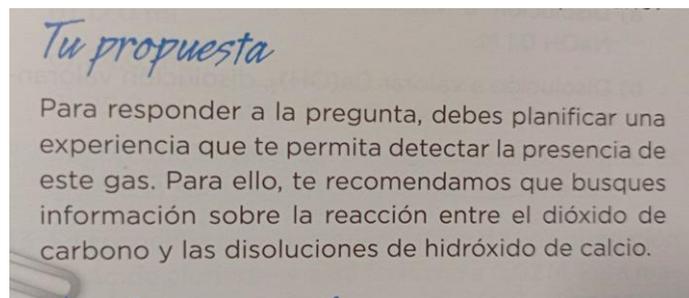


Figura 6. Planteamiento de búsqueda bibliográfica, Anaya pág. 163

- **Ítem 2.4 - Propone al alumnado la emisión de hipótesis.**

Al igual que en el resto de los ítems, se ha seguido la premisa de realizar la clasificación en su modo más desfavorable a nuestra hipótesis. De este modo se ha considerado que se proponía al alumnado la emisión de una hipótesis, aunque no apareciera explícitamente la propuesta de hipótesis.

Aún con esta consideración, solo 14 de los 143 de los trabajos prácticos proponían que el alumnado formulara una hipótesis; lo que supone un 9,8 %.

Tabla 17. Propone al alumnado la emisión de hipótesis.

McGraw-Hill		Edelvives		Oxford		Santillana		Sm		Anaya		Elzevir	
Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
1	40	1	11	1	14	0	23	3	16	2	10	6	15

- **Ítem 2.5 - Se hace, al menos, referencia a posibles hipótesis, aunque no se pretenda la emisión de estas por parte del alumnado.**

En la línea del anterior ítem, el análisis muestra una baja referencia (11,2 %) a las hipótesis en los trabajos prácticos planteados por los libros de texto. En este punto se ha sumado toda referencia a las hipótesis, se pretenda su emisión por parte del alumnado (ítem 2.4) o por parte del propio planteamiento editorial. Aunque el primer tema de los libros comerciales señala la gran importancia de las hipótesis, luego no la incorporan.

Por lo tanto, la hipótesis sería una de las grandes olvidadas por los trabajos prácticos de los libros de texto.

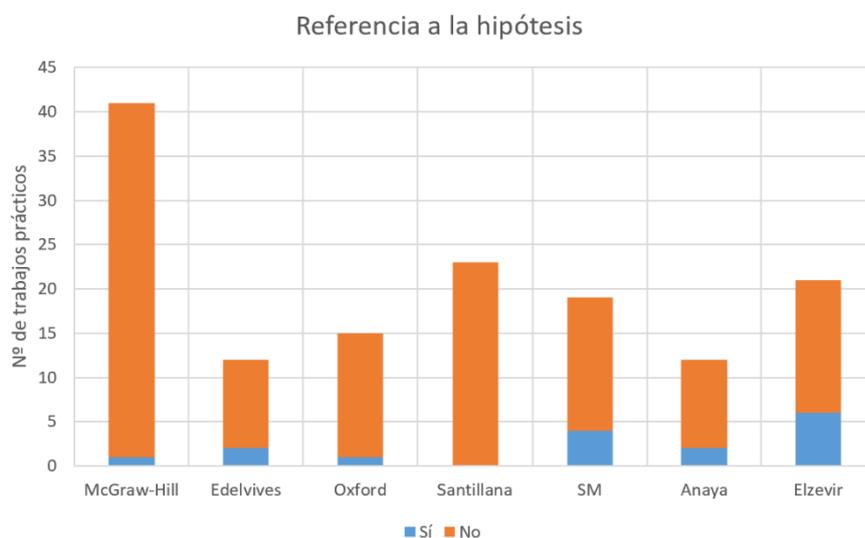


Figura 7. Trabajos prácticos que hacen referencia a posibles hipótesis.

- **Ítem 2.6 - Propone que el alumnado elabore algún posible diseño experimental con el fin de contrastar hipótesis o consecuencias derivadas de las mismas.**

En el 86,9 % de los trabajos prácticos de los libros de texto de las editoriales convencionales el diseño experimental viene dado desde un inicio. Como se verá en el ítem 2.13, incluso tienen asociadas imágenes con el montaje completo (89,3 %).

En este sentido se debe destacar la editorial Anaya, que anima a que el alumnado elabore primero un posible diseño experimental. Este procedimiento se utiliza en 10 de los 12 trabajos prácticos. Tras estas indicaciones plantean el trabajo práctico estilo “receta” con el material, pasos y montaje final.

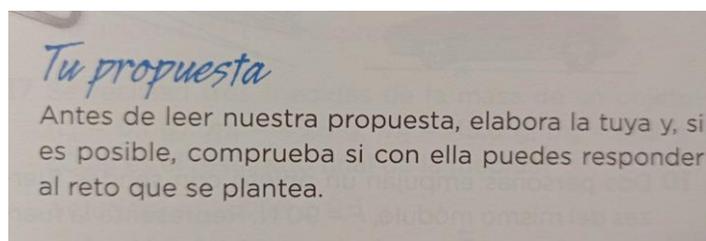


Figura 8. Planteamiento de la hipótesis por parte del alumnado en un trabajo práctico realizada por Anaya pág. 35

Cuando se contempla también el libro de texto innovador de la editorial Elzevir este porcentaje desciende al 81,1 %. Más de la mitad (11 de 21) de las propuestas de este libro implicaban al alumnado en la elaboración del diseño experimental. El libro de texto del profesorado sí que incorporaba imagen y explicación del posible montaje.

Tabla 18. Propuestas de elaboración por parte del alumnado del diseño experimental.

McGraw-Hill		Edelvives		Oxford		Santillana		Sm		Anaya		Elzevir	
Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
1	40	0	12	2	13	1	22	2	17	10	2	11	10

- **Ítem 2.7 - Se propone al alumnado (o se realiza al menos por los/las autores/as), alguna reflexión acerca del campo de validez de los resultados obtenidos.**

El porcentaje de trabajos prácticos que hacen alguna reflexión sobre el campo de validez de los resultados obtenidos es extremadamente bajo (3,5 %). Esta falta de reflexión ayuda a que el alumnado vea la física y la química como dogmática y cerrada. Además, no saber las limitaciones conlleva la utilización de los conceptos en condiciones no apropiadas.

Tabla 19. Trabajos prácticos que proponen alguna reflexión sobre la validez de los resultados.

McGraw-Hill		Edelvives		Oxford		Santillana		Sm		Anaya		Elzevir	
Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
1	40	0	12	0	15	0	23	2	17	1	11	1	20

- **Ítem 2.8 - Se hace referencia a la validez limitada del experimento, insistiendo en que se considere su coherencia o no con los obtenidos por otros equipos y, en general, por la comunidad científica.**

Únicamente 8 de los 143 trabajos prácticos (5,6 %) plantean la posibilidad de comparar los resultados con los obtenidos por los otros grupos o la comunidad científica. Según el planteamiento que realizan los libros de texto un único resultado es suficiente para lograr el objetivo. Este dato encaja con la baja cantidad de trabajos prácticos que plantean la posibilidad de formular hipótesis por parte del alumnado (9,8 %).

Tabla 20. Trabajos prácticos que hacen referencia a la validez del experimento.

McGraw-Hill		Edelvives		Oxford		Santillana		Sm		Anaya		Elzevir	
Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
2	39	0	12	0	15	0	23	1	18	5	7	0	21

- **Ítem 2.9 - Da una imagen no cerrada de la investigación científica abriendo nuevas perspectivas, refiriéndose a otros posibles trabajos relacionados, que podrían abordarse en algún momento.**

Aunque los libros describen a la física y química como disciplinas en continuo cambio, lo que transmiten en los trabajos prácticos es lo contrario. Se tiene un alto porcentaje (93,0 %) de trabajos prácticos que no abren nuevas perspectivas ni se relacionan con otras investigaciones. Según los libros, la investigación se termina en el momento en que se observa un fenómeno o se han obtenido los valores experimentales.

Tabla 21. Trabajos prácticos que dan una imagen no cerrada de la investigación científica.

McGraw-Hill		Edelvives		Oxford		Santillana		Sm		Anaya		Elzevir	
Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
1	40	2	10	0	15	0	23	2	17	4	8	1	20

- **Ítem 2.10 - ¿Es un trabajo práctico tipo “receta” con las instrucciones detalladas a seguir?**

La gran mayoría (96,7 %) de trabajos prácticos propuestos por las editoriales convencionales son de tipo receta con la estructura hecha de memoria de laboratorio: objetivo en que incluso dan el resultado, material, procedimiento, tarea a realizar. Tienen todas las partes completadas: variables, diseño experimental, tablas para rellenar los valores...

En el libro de la editorial Elzevir encontramos 8 de 21 trabajos sin los pasos permitiendo mayor flexibilidad a la hora de realizar el trabajo práctico.

Tabla 22. Trabajos prácticos tipo receta.

McGraw-Hill		Edelvives		Oxford		Santillana		Sm		Anaya		Elzevir	
Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
41	0	12	0	13	2	23	0	18	1	11	1	8	13

- **Ítem 2.11 - Se hace alusión a los errores experimentales de las medidas o resultados.**

En la primera unidad de los libros de las grandes editoriales se explica el método científico y cómo calcular errores (absolutos y relativos). Tras esa primera presentación, solo 8 de los 143 trabajos prácticos (5,6 %) hacían alusión a los errores experimentales.

Tabla 23. Trabajos prácticos que hacen referencia a los errores experimentales.

McGraw-Hill		Edelvives		Oxford		Santillana		Sm		Anaya		Elzevir	
Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
1	40	1	11	1	14	1	22	0	19	4	8	0	21

- **Ítem 2.12 - Se plantea el trabajo práctico como colaboración en grupo.**

La LOMLOE hace hincapié en la importancia del trabajo en grupo, pero el análisis muestra que en un 93,7 % de los casos los trabajos prácticos se plantean como individuales.

Un ejemplo lo encontramos en el libro de Santillana en que denomina algunos de sus trabajos prácticos como “Trabajo Cooperativo” pero los plantean como individuales puesto que dan instrucciones en singular “Repite el paso anterior...” p. 24 “Cuelga el primer cilindro...” p. 224.

Tabla 24. Trabajos prácticos que se plantean como colaboración en grupo.

McGraw-Hill		Edelvives		Oxford		Santillana		Sm		Anaya		Elzevir	
Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
4	37	0	12	2	13	0	23	2	17	1	11	0	21

- **Ítem 2.13 - Aparecen imágenes que indican el montaje final.**

El uso de fotografías en los libros de texto ha ido aumentando con el tiempo al disminuir los costes de su incorporación. El análisis muestra que un 83,2 % de los trabajos prácticos presentados por los libros de texto incluyen imágenes (3D, dibujos o fotografías) del montaje final. Este porcentaje aumenta hasta el 89,3 % si solo incluimos las editoriales convencionales.

Tabla 25. Trabajos prácticos en que aparen imágenes del montaje.

McGraw-Hill		Edelvives		Oxford		Santillana		Sm		Anaya		Elzevir	
Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
33	8	12	0	12	3	23	0	19	0	10	2	10	11

- **Ítem 2.14 - Se relaciona el trabajo práctico con el entorno, el mundo natural o situaciones cotidianas.**

Al igual que en el ítem 2.12, la LOMLOE destaca la necesidad de relacionar el pensamiento y proceso científico con el entorno, el mundo natural y las situaciones cotidianas. El análisis muestra que solo el 12,6 % de las propuestas de las editoriales enlaza los trabajos prácticos con el entorno no académico.

Tabla 26. Trabajos prácticos relacionados con el entorno, el mundo natural o situaciones cotidianas.

McGraw-Hill		Edelvives		Oxford		Santillana		Sm		Anaya		Elzevir	
Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
7	34	0	12	2	13	1	22	1	18	3	9	4	17

- **Ítem 2.15 - ¿Es un trabajo observacional sin mediciones experimentales?**

La mayoría de los trabajos prácticos analizados (65,7 %) han resultado tener un carácter puramente observacional en los que no era necesario hacer ninguna medición. En esta línea se ha detectado un abandono del laboratorio como

espacio experimental para dar paso a propuestas de mayor simplicidad. Estas nuevas propuestas consisten en experiencias simples en las que no se toman medidas y, como indican los propios libros de texto, son “el laboratorio en el aula”.

También se ha detectado que los “experimentos de aula” tienen un material básico consistente en hilos, bloques de madera, dinamómetros..., es decir, material irrompible y con el que no hay peligro de cortes o accidentes.

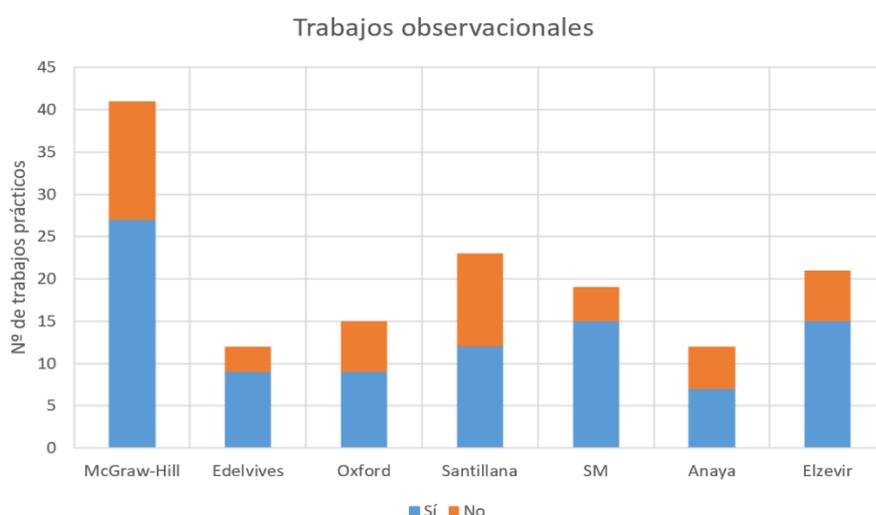


Figura 9. Distribución de los Trabajos según su carácter puramente observacional o con mediciones experimentales.

En los ítems coincidentes, los resultados obtenidos son similares a los obtenidos hace 31 años por Payá Perís (1991) (Tabla). Esto supone un estancamiento en la propuesta didáctica de las editoriales respecto a los trabajos prácticos y está en concordancia con las afirmaciones de Solbes et al. (2007) al calificar a las grandes editoriales como poco innovadoras.

Otros ítems han empeorado sus resultados con los años. Por ejemplo, en 1991 el 14,5 % de los trabajos prácticos respondían a una situación problematizada, mientras que en la actualidad solo lo hace el 3,5 %. Pero hay que tener en cuenta que en 1990 la investigación en didáctica de las ciencias se estaba iniciando en España. Esto pone de manifiesto que los libros de las grandes editoriales incorporan poco las aportaciones de dicha investigación (Solbes et al., 2013, 2018).

La popularización del acceso a Internet y las nuevas tecnologías supone un mayor acceso a la información. A priori, esta facilidad podría suponer una mayor consulta bibliográfica en los trabajos prácticos pero el análisis indica que se ha reducido del 16,6 % al 7,7 %.

Tabla 27. Porcentajes obtenidos en el cuestionario 2 para los libros de texto.

Característica específica del trabajo práctico	1991 (N = 296) %	2022 (N =122) Libros Conven- cionales %	2022 (N=143) Todos %
2.1 Se propone al alumnado que planteen el problema a investigar.	4,7 %	0,0 %	0,0 %
2.2 Responde, al menos, al planteamiento de una situación problematizada.	14,5 %	4,1 %	3,5 %
2.3 Se pide búsqueda bibliográfica (Internet o libros) o, al menos, se hace referencia.	16,6 %	9,0 %	7,7 %
2.4 Propone al alumnado la emisión de hipótesis.	7,4 %	6,6 %	9,8 %
2.5 Se hace, al menos, referencia a posibles hipótesis, aunque no se pretenda la emisión de estas por parte del alumnado.	14,9 %	8,2 %	11,2 %
2.6 Propone que el alumnado elabore algún posible diseño experimental con el fin de contrastar hipótesis o consecuencias derivadas de las mismas.	8,8 %	13,1 %	18,9 %
2.7 Se propone al alumnado (o se realiza al menos por los/las autores/as), alguna reflexión acerca del campo de validez de los resultados obtenidos.	4,4 %	3,3 %	3,5 %
2.8 Se hace referencia a la validez limitada del experimento, insistiendo en que se considere su coherencia o no con los obtenidos por otros equipos y, en general, por la comunidad científica.	2,4 %	6,6 %	5,6 %
2.9 Da una imagen no cerrada de la investigación científica abriendo nuevas perspectivas, refiriéndose a otros posibles trabajos relacionados, que podrían abordarse en algún momento.	15,5 %	7,4 %	7,0 %

Tabla 27 (cont.). Porcentajes obtenidos en el cuestionario 2 para los libros de texto.

2.10 ¿Es un trabajo práctico tipo “receta” con las instrucciones detalladas a seguir?	92,2 %	96,7 %	88,1 %
2.11 Se hace alusión a los errores experimentales de las medidas o resultados.	--	6,6 %	5,6 %
2.12 Se plantea el trabajo práctico como colaboración en grupo.	--	7,4 %	6,3 %
2.13 Aparecen imágenes que indican el montaje final.	--	89,3 %	83,2 %
2.14 Se relaciona el trabajo práctico con el entorno, el mundo natural o situaciones cotidianas.	--	11,5 %	12,6 %
2.15 ¿Es un trabajo observacional sin mediciones experimentales?	--	64,8 %	65,7 %

Se han encontrado también diferencias entre el libro de texto gratuito (se trata de un proyecto innovador) y las propuestas de las editoriales comerciales. El libro gratuito tiene más texto y plantea actividades que requieren un nivel cognitivo mayor. Incluye referencias al entorno y a los procesos cotidianos con mayor presencia, sin ser parte de las anécdotas. Los trabajos prácticos parten de preguntas y no tienen el formato de receta por lo que son más difíciles de identificar. Cuenta también con un gran número de fotografías de procesos experimentales.

Entre los libros comerciales de las editoriales más generales hay cierta homogeneidad de formato y estructura. En general, los trabajos prácticos que plantean son problemas puesto que proporcionan los datos iniciales y las preguntas, pero con una pequeña explicación inicial como si fuera un experimento. Es decir, se han replanteado problemas para que tengan la etiqueta de experimentos.

Por lo tanto, las editoriales son conscientes de la visualización y la mercadotécnica que proporciona la parte experimental de la física y la química, pero, como hemos analizado, se queda en la parte visual más que en la propuesta de una experiencia científica real. Si esta realidad es fruto de los estudios de mercado que hacen las editoriales (Solbes et al., 2007) es de suponer que el profesorado también tiene esta comprensión de la docencia en ciencias.

4.2. Análisis de los resultados del cuestionario del alumnado

El análisis se ha realizado sobre un número de 116 participantes de (53 chicos, 55 chicas, 1 no binario y 7 en blanco), con edades comprendidas entre los 15 y 17 años.

El alumnado participante es de 4º de la ESO y los cuestionarios se han completado en las últimas semanas de curso. Esto significa que es alumnado que ya ha completado toda la ESO y debería haber adquirido todas las competencias que marca la LOMLOE.

Como se ha indicado anteriormente, el cuestionario 4 está fundamentado principalmente en las investigaciones de Pedaste et al. (2015) y Tamir et al. (1982), tiene carácter abierto y es de nueva creación. Su puesta en práctica en esta investigación proporciona indicadores del nivel competencial del alumnado en ciencias y las ideas alternativas que siguen manteniendo tras completar la Enseñanza Secundaria Obligatoria. Además, la reflexión tras la aplicación permite mejorar el cuestionario 4 tanto en planteamiento como en aplicación.

- **Ítem 3.1 – ¿Cuántos trabajos experimentales recuerdas haber realizado?**

La mayoría de alumnado (82,6 %) de 4º de la ESO ha realizado más de tres trabajos experimentales durante el curso. Esta cantidad debería servir como base para una comprensión de la metodología científica en el resto de los ítems.

Es destacable el caso de uno de los centros en que, aun siendo el alumnado de la misma clase, las respuestas no han sido las mismas: 0 (una respuesta), 1 (tres respuestas), 3 (cuatro respuestas) y más de 3 (siete respuestas). Esta variación podría deberse a una baja comprensión de lo que es un trabajo experimental.

En futuras aplicaciones del cuestionario se ampliará el rango de trabajos prácticos que han realizado.

Tabla 28. Número de trabajos experimentales realizados durante el curso académico.

0	1	2	3	Más de 3
1,7 %	5,2 %	3,5 %	7,0 %	82,6 %

- **Ítem 3.2 - En mi opinión, la metodología científica está asociada únicamente a los trabajos experimentales.**

Un 42,5 % del alumnado no se posiciona sobre la asociación de la metodología científica como exclusiva de los trabajos experimentales.

Tabla 29. Porcentaje según la puntuación obtenida en el ítem 3.2

Respuesta	Porcentaje
Nada de acuerdo	11,3 %
Poco de acuerdo	23,6 %
Neutral	42,5 %
Bastante de acuerdo	18,9 %
Totalmente de acuerdo	3,8 %

- **Ítem 3.3 - Los trabajos experimentales son un ejemplo de los conocimientos teóricos (leyes, conceptos, etc.) que ya hemos estudiado con anterioridad.**

Un alto porcentaje (41,4 % bastante y 46,6 % totalmente) considera que los trabajos prácticos son una comprobación de los conocimientos ya estudiados. Para el alumnado, los trabajos experimentales no son el punto de partida para encontrar conocimientos teóricos y tienen una función final. Para el estudiantado, la ciencia comienza con la teoría y termina con el experimento.

Con esta visión, la ciencia es cerrada, no se pueden realizar cambios y las leyes pasan a ser dogmas. El conocimiento establecido pasa a ser siempre correcto y los experimentos tienen que confirmarlo; de lo contrario, está mal planteado o realizado. En esta línea, encontramos en el ítem 4.9 del cuestionario

4 la respuesta: “Hacer más experimentos si no ha dado los resultados esperados”.

Tabla 30. Porcentaje según la puntuación obtenida en el ítem 3.3

Respuesta	Porcentaje
Nada de acuerdo	0,0 %
Poco de acuerdo	1,7 %
Neutral	10,3 %
Bastante de acuerdo	41,4 %
Totalmente de acuerdo	46,6 %

- **Ítem 3.4 - ¿Qué gráfica representa mejor los datos reales que se obtienen en un experimento realizado en el laboratorio?**

Los resultados de este ítem contrastan con la práctica usual de los libros de texto (seis de los siete) en que se utiliza la ecuación para realizar la gráfica en lugar de valores experimentales. Se ha encontrado que un 58,6 % del alumnado sabe que los datos reales obtenidos en un experimento no se ajustan perfectamente a la ecuación.

Esta discrepancia puede ser debida a la asociación realizada por el alumnado entre datos reales, laboratorio y trabajos prácticos (más de 3 en un 82,6 %). Hecho que refuerza la necesidad de suplir las carencias en la metodología científica de los libros de texto con una realización mayor de trabajos prácticos.

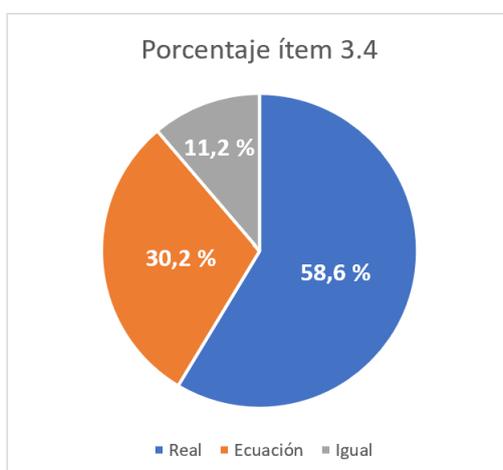


Figura 10. Porcentaje según la puntuación obtenida en el ítem 3.4

- **Ítem 3.5 – Según tu experiencia, de las simulaciones que representan un experimento podemos aprender lo mismo que si lo realizamos en la realidad.**

El análisis de los libros de texto ha mostrado que, a excepción de dos editoriales, no se han incorporado las simulaciones a la práctica docente. Casi la mitad (44,0 %) del alumnado tiene una opinión neutral sobre su uso. Esta imparcialidad entre el alumnado puede ser debida a su baja experiencia con este tipo de tecnología.

El profesorado que estuvo presente en la realización de los cuestionarios no reportó problemas a la hora de entender la pregunta. Podemos asociar este hecho con la utilización fuera del aula de las simulaciones interactivas no académicos.

Tabla 31. Porcentaje según la puntuación obtenida en el ítem 3.5

Respuesta	Porcentaje
Nada de acuerdo	3,4 %
Poco de acuerdo	22,4 %
Neutral	44,0 %
Bastante de acuerdo	26,7 %
Totalmente de acuerdo	3,4 %

- **Ítem 3.6 - La información correcta es la que se encuentra en los primeros resultados de los buscadores de Internet (por ejemplo, Google).**

El alumnado es consciente de que los primeros resultados de los buscadores pueden presentar información incorrecta (33,6 % nada o 46,6 % poco). Por lo tanto, saben que, para estar informados, deben ir más allá de las primeras páginas y comparar la veracidad de la información.

Tabla 32. Porcentaje según la puntuación obtenida en el ítem 3.6

Respuesta	Porcentaje
Nada de acuerdo	33,6 %
Poco de acuerdo	46,6 %
Neutral	16,4 %
Bastante de acuerdo	3,4 %
Totalmente de acuerdo	0,0 %

- **Ítem 3.7 - ¿En qué imagen te fijarías para realizar el experimento?**

Las editoriales deberían tener en cuenta este ítem a la hora de crear los libros de texto y el profesorado debería de ser consciente de qué tipo de imagen resulta más interesante para el alumnado.

Los porcentajes indican que el alumnado tiene preferencia por los dibujos (45,2 %) de los experimentos frente a las fotografías (17,4 %).

Tabla 33. Porcentaje según la puntuación obtenida en el ítem 3.7

Respuesta	Porcentaje
Dibujo	45,2 %
Fotografía	17,4 %
Dos por igual	37,4 %

- **Ítem 4.1– ¿Para qué podría ser interesante investigar la caída de dos masas diferentes?**

Al analizar las respuestas observamos un cierto patrón influenciado por el propio planteamiento de la situación en la cual se indica “El problema que nos planteamos...”

Aun así, el análisis de las respuestas indica que las respuestas más significativas van orientadas hacia el planteamiento de un problema, pero su formulación no es adecuada o directamente es una hipótesis.

Por otro lado, un 45,7 % no plantea ningún problema y otro 31,0 % plantea un problema con una relación baja e inabordable.

Algunas respuestas fueron del tipo “comparar y tener conocimientos” y “para saber a qué velocidad caen”. Otras las relacionaron con aplicaciones como “... que ayuden a los cálculos de la presión y la gravedad para la exploración del espacio.” “Para saber la reacción que tendrían al golpear contra el suelo a diferentes alturas. Como para investigar los meteoritos.”

Las respuestas abiertas también nos dan información sobre las ideas alternativas del alumnado. “Para saber la igualdad entre la masa y la velocidad”, “Para saber cuál pesa más, ya que la que más pesa caerá antes”, “Para ver cuál de las dos pesa más, ya que gracias a la fuerza de la gravedad, la que más pesa caerá antes, y también a qué velocidad caen.”

Hay confusión entre masa y densidad “Para saber cómo actúa cada masa con su respectiva densidad a la hora de caer tirándolo desde arriba” y “Para demostrar que la superficie no es la masa”.

En una de las contestaciones se encontró la frase tachada “Para ver si caen a la misma velocidad” y luego la respuesta “No me serviría para nada”. En otra, la respuesta nos lleva a los ejercicios realizados en la clase “Para poner en práctica todos los ejercicios que hacemos en clase” o directamente al tema del libro “Para estudiar los movimientos de caída libre del Tema 4 y poder verlo de una manera más clara”.

Tabla 34. Porcentaje según la puntuación obtenida en el ítem 4.2

Categoría		Porcentaje
1	No se plantean problemas o no sabe, no contesta.	45,7 %
2	Se plantea un o varios problemas con una relación baja e inabordable.	31,0 %
3	Se plantea uno o varios problemas abordables, pero con relación baja o es una hipótesis.	10,3 %
4	Los problemas son adecuados pero su formulación no lo es.	9,5 %
5	Los problemas y su formulación son adecuados.	3,4 %

- **Ítem 4.2 - ¿Cómo podríamos aplicar esta investigación en tu entorno?**

La LOMLOE recalca la importancia de la aplicación al entorno. El análisis de las respuestas muestra que el alumnado confunde la aplicación en el entorno con el planteamiento de un experimento (27,6 %). Más de la mitad del alumnado (69,0 %) no plantea aplicaciones o tiene una respuesta del tipo “No lo sé”.

Tabla 35. Porcentaje según la puntuación obtenida en el ítem 4.2

Categoría		Porcentaje
1	No se plantean aplicaciones o no sabe, no contesta.	69,0 %
2	Se plantea un experimento.	27,6 %
3	Se plantean aplicaciones sin relación con el problema.	0,9 %
4	Se plantean aplicaciones con relaciones bajas con el entorno.	1,7 %
5	Plantea relaciones con el entorno adecuadas a las características descritas.	0,9 %

Algunas respuestas han sido del estilo “Si te caen dos objetos, por ejemplo, dos manzanas, cómo sé a qué lado me lanzo para cogerlas” “Mayor prevención de derrumbes, explorar el espacio” “Lo podríamos aplicar cuando hay una lluvia de meteoritos, ya que cada uno tiene diferente masa, propiedades, velocidad y superficie.”

Se encuentra que, aunque se ha completado toda la ESO, hay alumnado con respuestas del tipo “lanzando dos pelotas con la misma fuerza y distinta masa”, “Utilizando diferentes objetos con la misma masa pero diferente peso”, “Podríamos aplicarlo cuando saltamos de un trampolín ya que según la masa de cada persona influirá en la caída”, “Mediante una altura exacta y dejarlas caer a la vez y el que primero cae será el que tenga un peso mayor”

Hay respuestas que transmiten la sensación de la importancia de la física y la química, pero no saben el motivo “Probablemente sirva para mucho pero no lo sé”. O defienden los trabajos prácticos “Haciendo esta experiencia podemos verificar que lo que hemos estudiado en clase lo podemos ver con nuestros

propios ojos, no solo nos lo cuentan y nos lo creemos”. A la vez, esta afirmación da a entender que los trabajos prácticos son una mera comprobación de las teorías ya estudiadas (ítem 1.4)

- **Ítem 4.3 - ¿De qué variables crees que depende la caída de dos masas?**

Los comentarios recibidos por el profesorado que ha distribuido el cuestionario indican que el alumnado tiene problemas para saber qué es una variable. Las respuestas muestran que, con las aclaraciones del profesorado, el alumnado sabe encontrar factores que influyen en la caída de las masas (54,3 %) pero no diferenciar entre variables dependientes e independientes.

Tabla 36. Porcentaje según la puntuación obtenida en el ítem 4.3

Categoría		Porcentaje
1	No se identifican variables o no sabe, no contesta.	8,6 %
2	Las variables no tienen relación con el problema.	25,0 %
3	Identifica variables relacionadas y no relacionadas con el problema.	54,3 %
4	Identifica las variables relacionadas con el problema pero no las diferencia entre dependientes e independientes.	12,1 %
5	Identifica las variables y las diferencia entre dependientes e independientes.	0,0 %

Las variables proporcionadas más comunes son: masa, volumen, densidad, viento/aire, forma, gravedad, altura. Pero también se ha respondido: la fuerza con que se lanza, de eventos naturales o la energía.

- **Ítem 4.4 - ¿Cómo pueden influir las variables que has identificado en la caída?**

En las respuestas se ha encontrado una baja capacidad de realizar hipótesis. En numerosos casos se respondía de forma general (“pueden cambiar la

velocidad y el tiempo de caída”) sin relacionar las variables. Este resultado va en concordancia con la baja capacidad de identificar las variables dependientes e independientes (ítem 4.3).

Otra de las respuestas comunes ha consistido en proporcionar ejemplos: “Por ejemplo, si hay mucho viento puede influir en aumentar el tiempo de caída”. En esta línea también suelen explicar casos concretos “... un poco como la pluma, su forma hace que oscile y caiga más lenta.”

Como en otros ítems, las respuestas abiertas proporcionan información sobre las ideas alternativas del alumnado. Hay alumnado que en el ítem 4.1 ha respondido “Para saber que no importa la masa (relativamente) porque caen a la vez, por la gravedad” y en este ítem responde “La gravedad influye en la atracción que tiene el planeta sobre el objeto entonces si cambia no caería a la vez”.

Otra respuesta en este ítem fue “... la masa influye en el peso, cuanto más peso antes cae.” Tras esta respuesta encontramos el ítem 4.5 con “No he ido al laboratorio en tres años, así que no sé”.

Al mismo tiempo, tenemos información de las ideas alternativas de la segunda ley de Newton “Hace que caigan a la vez, aunque tengan masas diferentes porque la fuerza de gravedad es la misma.”

Tabla 37. Porcentaje según la puntuación obtenida en el ítem 4.4

Categoría		Porcentaje
1	No se formulan hipótesis o no sabe, no contesta.	69,8 %
2	La hipótesis no se ajusta al problema o a la situación.	19,8 %
3	La formulación contiene errores o son suposiciones/predicciones.	8,6 %
4	La hipótesis está relacionada con el problema.	1,7 %
5	La hipótesis está relacionada con el problema y se formula en forma de: si... entonces...	0,0 %

- **Ítem 4.5 – Imagina que estás en el laboratorio con el resto de tu clase y podéis utilizar cualquier material. ¿Cómo comprobarías experimentalmente la influencia de tus variables?**

Parte del alumnado (25,0 %) ha sido capaz de proponer diferentes diseños experimentales pero, en el mejor de los casos, centrado en el análisis de una de las variables planteadas (generalmente la fricción del aire).

También muestran dificultades en el planteamiento del proceso, indicando únicamente el material (sin concretar cual) que utilizarían “Con objetos que tengan diferente volumen y masa”, “Calculando el tiempo y la velocidad con objetos de formas diferentes y en lugares diferentes”. Otro de los planteamientos que se ha repetido ha empezado con tirar o lanzar una piedra.

Otra de las carencias es aislar una única de las variables, de tal forma que plantean situaciones en las que intervienen diferentes variables conjuntamente: “Con objetos de distinta masa como un folio y un estuche”. De este modo plantean un único experimento para analizar diversas variables.

Incluso en algunas respuestas han detallado, como hacen los libros de texto, los resultados “Poner las bolas en una cámara de vacío y dejarlas caer y luego soltarlas fuera de la cámara y notaremos que en la cámara caen antes al suelo”. En referencia al libro de texto, una respuesta fue “Con un ejemplo sencillo que aparezca en los libros y que sea sencillo de realizar y comprender”. También al profesorado “Con los instrumentos del laboratorio, y la ayuda del profesorado (o alumnos)”.

Ha sido común (63,8 %) encontrar respuestas generales del tipo: “Haciendo algún experimento”. Al igual que falta de dominio del material de laboratorio entre las respuestas: “Y un aparato con el que medir el volumen”.

En este ítem vuelven a aparecer las ideas alternativas aristotélicas “Las sueltas a la vez, y el de mayor masa caerá antes al suelo”, “la más pesada llegará antes al suelo”.

Es destacable que únicamente tres de las ciento dieciséis respuestas contienen dibujos del posible diseño experimental. Esto contrasta con el uso que realizan las editoriales de las imágenes donde en el 83,2 % de los casos aparecían imágenes de todo el montaje completo.

Tabla 38. Porcentaje según la puntuación obtenida en el ítem 4.5

Categoría		Porcentaje
1	No se ha propuesto un diseño experimental o no sabe, no contesta.	63,8 %
2	Se ha propuesto un diseño experimental no relacionado con el problema o la hipótesis.	9,5 %
3	El diseño experimental tiene relación con la hipótesis pero no es realizable con el material disponible en un laboratorio escolar o es incompleto.	25,0 %
4	El diseño experimental permite la comprobación de la hipótesis pero no se relaciona con las variables.	1,7 %
5	El diseño experimental permite la comprobación de la hipótesis y se relaciona con las variables.	0,0 %

- **Ítem 4.6 y 4.7 - ¿Al realizar tu diseño experimental qué procedimiento seguirías para recoger los datos? ¿Qué instrumentos de medida podrías utilizar?**

El alumnado integra el diseño experimental con la recogida de datos de tal forma que en estos ítems remiten al 4.5 indicando que ya está explicado. En realidad, en ninguno de los dos ítems explican el procedimiento para recoger los datos. Algunos de ellos explican “Cada vez que obtengamos datos apuntarlos”, “Apuntar todos los datos en una libreta, observarlo todo”, “Primero apuntaría lo que queremos saber e iría apuntando lo que vamos averiguando, hasta llegar a la conclusión” “Creando tablas (hojas de cálculo) para almacenar datos”.

Parte de las respuestas han consistido en indicar el instrumento y su función “Con un cronómetro, cronometrar el tiempo. Pesar el objeto con una báscula y medir el objeto.” Además, las respuestas también revelan carencias en el conocimiento de estas funciones: “Un barómetro para medir la densidad del aire”, “Peso (báscula)” o considerar un vídeo ya grabado como un instrumento, “Un vídeo a cámara lenta para ver que caen a la vez”.

También asocian estos ítems con realizar cálculos, “Primero pesaría el objeto, luego con las diferentes dimensiones haría los cálculos”, o redactar un informe “lo redactaría todo mediante el ordenador o escribiéndolo”.

Varios estudiantes asocian estos ítems con “siguiendo el método científico” o “Primero haría una tesis, después la pondría a prueba y recogería esos datos observando el experimento”, “Hipótesis, experimentación y método científico y conclusión”. Esta última respuesta añade como instrumentos “Metros/segundo”.

En cuatro ocasiones se ha planteado la necesidad de los posibles errores experimentales: “Haría varias pruebas para asegurarme que he realizado bien el experimento y si tiene lógica...”, “... pero lo haría más de una vez por si hay fallos experimentales”, “Recogería datos más de una vez, por lo menos 3 para evitar tener más errores experimentales”.

En las respuestas se encontraron también los pasos para resolver un ejercicio “1. Averiguar masa, 2. Hacer las ecuaciones de caída libre, 3. Pasar los datos que ya sabemos, 4. Sacar las incógnitas, 5. Resultados, 6. Comprobar/analizar resultados, 7. Conclusión” Lo que indica que, hay alumnado, que realiza la resolución de problemas tipo receta.

Tabla 39. Porcentaje según la puntuación obtenida en el ítem 4.6 y 4.7

Categoría		Porcentaje
1	No se indica el procedimiento ni los instrumentos o no sabe, no contesta.	19,8 %
2	Se indican instrumentos pero no el procedimiento para recoger datos.	63,8 %
3	Se indican instrumentos y un proceso muy general.	15,5 %
4	Se concretan procedimientos e instrumentos pero no permiten recoger todos los datos necesarios.	0,9 %
5	Se indican procedimientos e instrumentos que permiten recoger todos los datos necesarios.	0,0 %

- **Ítem 4.8 - ¿Qué conclusiones podrías extraer del experimento?**

Dos respuestas han sido “Si mi hipótesis es cierta” o “Que mi hipótesis es verdadera o que es falsa”. Este tipo de respuesta está relacionada en la forma en que presentan los libros de texto el método científico: “Como resultado del análisis, la hipótesis puede ser: falsa, hay que formular una nueva hipótesis y repetir el proceso. Cierta: se puede enunciar una ley o una teoría.” (Santillana, p. 9)

Aun siendo un experimento clásico que han trabajado en clase, hay respuestas que muestran la persistencia de las ideas alternativas: “Que dependiendo de su masa y forma cae en un tiempo diferente”, “La velocidad según sus masas”, “Que el objeto que más pesa caerá antes e impactará más”, “Que más que su volumen lo que influye en su caída es su peso”.

Alguna respuesta va más lejos con “Que la fuerza de la gravedad existe” “Podría extraer que la fuerza con la que se atraen dos cuerpos es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia y proporcional al producto de las masas”.

Tabla 40. Porcentaje según la puntuación obtenida en el ítem 4.8

Categoría		Porcentaje
1	No se plantean conclusiones o no sabe, no contesta.	55,2 %
2	Se plantean conclusiones no relacionadas con el experimento.	25,0 %
3	Las conclusiones planteadas son en realidad resultados o no son completas.	19,8 %
4	No se relacionan las conclusiones con los datos.	0,0 %
5	Las conclusiones están fundamentadas en los datos.	0,0 %

- **Ítem 4.9 - ¿Harías algo más con las conclusiones?**

El porcentaje de alumnado que no plantea ir más allá de las conclusiones es elevado, 76,7 %. Como se ha ido indicando, para este tipo de alumnado la metodología científica termina al realizar el experimento.

Cuatro respuestas plantearon la comparación con otros grupos. Dos eran para saber si habían realizado bien los cálculos: “Compartirlas con mis compañeros para saber si la mayoría lo tenemos bien calculado” o “Compartirlas para que otros también las vean y me ayuden si tengo algún error”; y la otra, una corrección por parte del profesorado: “Que el profesor me lo corrigiera, y mirar lo de mis compañeros”.

Otras respuestas consistieron en “los diferentes cálculos que se pueden hacer”, “Un análisis de resultados”, “dar mi opinión”, “enseñarlas a la profesora para que lo vea y puntúe”, “subirlas a las redes sociales”, “publicarlas”. Todo ello puede dar indicaciones del proceder habitual del profesorado al finalizar los trabajos prácticos.

Tabla 41. Porcentaje según la puntuación obtenida en el ítem 4.9

Categoría		Porcentaje
1	No se plantea ir más allá de las conclusiones o no sabe, no contesta.	76,7 %
2	Se reformulan las conclusiones con otras palabras.	9,5 %
3	Se plantea seguir investigando sobre el tema pero de forma general sin concretar.	9,5 %
4	Se plantea otro experimento para comprobar la hipótesis o comparar con la bibliografía/otros grupos.	4,3 %
5	Se proponen nuevas ideas, experimentos y comparar con la bibliografía.	0,0 %

En el anexo III se desglosan los porcentajes de los cuestionarios 3 y 4 por centro educativo.

Por último, se ha analizado la consistencia interna del cuestionario 4 utilizando el estadístico de fiabilidad alfa de Cronbach. Al utilizar el programa SPSS en su versión 26 se consiguen las tablas 42 y 43.

Tabla 42. Resumen de procedimiento de casos

		N.º	%
Casos	Válido	116	100,0
	Excluido ^a	0,0	0,0
	Total	116	100,0
^a La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.			

Tabla 43. Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N.º de elementos
0,663	8

El valor de la alfa de Cronbach, $\alpha = 0,663$, aunque está próximo al valor de 0,7 tomado por convenio, no lo supera. Esto indica la necesidad de seguir perfeccionando el cuestionario 4.

4.3. Comparación entre los cuestionarios 2 y 4

El diseño de los cuestionarios permite agrupar sus principales resultados según las diferentes fases del ciclo de aprendizaje basado en indagación.

Tabla 44. Agrupación de los ítems según las fases ABI y comparación entre los ítems de los cuestionarios 2 (libros) y 4 (alumnado)

Fase	Cuestionarios libros	Cuestionarios alumnado (opciones mayoritarias)
Orientación	<p>2.1 - El 100 % no permite que el alumnado plantee el problema a investigar.</p> <p>2.2 - El 96,5 % no responde a una situación problematizada</p>	<p>4.1 – El 45,7 % no propone problemas y el 31,0 % son problemas con relación baja.</p> <p>4.2 – El 69,0 % no plantea aplicaciones, el 27,6 % describe un experimento.</p>
Conceptualización	<p>2.4 – El 90,2 % no propone la emisión de hipótesis por parte del alumnado.</p> <p>2.5 – El 88,8 % no hace referencia a hipótesis.</p>	<p>4.3 – El 54,3 % identifica alguna variable (relacionada y no relacionada con el problema). El 25,0 % plantea variables sin relación con el problema.</p> <p>4.4 – El 69,8 % no formula hipótesis. El 19,8 % no se ajusta al problema.</p>
Investigación	<p>2.6 – En el 81,1 % de los casos el alumnado no propone el diseño experimental.</p> <p>2.11 – En el 94,4 % de los trabajos no se hace referencia a posibles errores.</p>	<p>4.5 – El 63,8 % no propone diseño experimental. El 25,0 % plantea un diseño experimental relacionado con el problema pero es incompleto.</p> <p>4.6-4.7 – En el 63,8 % de los casos solo se indican instrumentos. El 19,8 % no se indica el procedimiento ni los instrumentos.</p>

Tabla 44 (cont.). Agrupación de los ítems según las fases ABI y comparación entre los ítems de los cuestionarios 2 (libros) y 4 (alumnado)

<p>Conclusión</p>	<p>2.7 – En el 96,5 % de los casos no se realiza ninguna reflexión. 2.8 – En el 94,4 % se plantean como experimentos aislados del resto de investigaciones.</p>	<p>4.8 – El 55,2 % no plantea conclusiones. El 25,0 % de las conclusiones son resultados o no son completas.</p>
<p>Discusión</p>	<p>2.3 – La bibliografía no se consulta en el 92,3 % de los casos. 2.9 – El 93,0 % de los trabajos da una visión cerrada de la ciencia. 2.12 – El 93,7 % de los trabajos se plantean para realizar en solitario.</p>	<p>4.9 – El 76,7 % no se plantea ir más allá de las conclusiones. El 9,5 % reforma las conclusiones o plantean seguir investigando sin concretar.</p>

5. Conclusiones y perspectivas

5.1. Conclusiones

La LOMLOE asigna a la asignatura de Física y Química la función de guiar al alumnado en el aprendizaje de la metodología científica, aumentar su curiosidad e interés, hacer conexiones con las situaciones cotidianas y el trabajo colaborativo.

El análisis realizado en la presente investigación parece indicar que el planteamiento de los trabajos prácticos propuestos por los libros de texto se realiza sin contar con los intereses del alumnado. Ningún trabajo práctico deja que el alumnado plantee el problema a investigar, solo un 3,5 % responde a una situación problematizada, el 90,2 % no permite la formulación de hipótesis o el diseño experimental (81,1 %) por parte del alumnado. En el 87,4 % de los casos no se relacionaba con el entorno, el mundo natural o las situaciones cotidianas. Estos hechos vienen en contraposición de lo marcado por la LOMLOE que destaca la importancia de centrar el aprendizaje en el alumnado, su entorno y las situaciones cotidianas.

Por otro lado, el planteamiento de las editoriales va en contra de las propias investigaciones en didáctica de las ciencias que señalan la falta de interés del alumnado como un factor que reduce el número de estudiantes que cursan asignaturas STEM (Esteve y Solbes, 2017; Furió et al., 2004; Solbes, 2011; Solbes y Vilches, 2002).

Los resultados obtenidos también indican que los libros de texto promueven la parte observacional (65,7% de los trabajos prácticos) y manipulativa de la metodología científica (88,1% son tipo receta). Estas conclusiones son similares a las encontradas por (Pérez y Meneses Villagrà, 2020) en los libros de texto de la asignatura de Ciencias Naturales de Educación Primaria.

Si juntamos el planteamiento tipo receta de los trabajos prácticos propuestos (88,1 %) y los que cuentan con las imágenes de todo el montaje experimental (83,2 %), obtenemos propuestas que vienen totalmente definidas y eliminan la

componente de creatividad e imaginación en su realización. Al contrario que en una investigación real, el alumnado es conocedor del procedimiento e incluso de los resultados desde el momento inicial.

Junto a las hipótesis, la deliberación en los trabajos prácticos es la gran olvidada. Solo un 3,5 % de los trabajos prácticos cuenta con algún tipo de reflexión sobre su validez. El porcentaje de trabajos que incorporan los errores resulta ser el mismo que el que propone la comparación con otros grupos o la comunidad científica (5,6 %). Estos bajos porcentajes indican que las propuestas de los libros de texto terminan cuando se han recogido los datos y estos han confirmado la ley o teoría expuesta antes de empezar.

Como se ha indicado anteriormente, la mayoría de las propuestas son observacionales (65,73 %) y de gran simplicidad para realizar con material muy básico. Se incrementan las carencias tradicionales de las prácticas de laboratorio (la no realización de hipótesis, seguimiento tipo receta...) y añaden otras como son la excesiva simplificación (no hay medidas experimentales) y visión distorsionada de la metodología científica.

Según los niveles de clasificación de Schwab y Bradwein (1962) para clasificar los trabajos prácticos en tres niveles de indagación, las propuestas de las editoriales serían del nivel más bajo. El alumnado solo debe encontrar la respuesta al problema planteado por el manual siguiendo la forma de resolverlo que da el propio texto.

Todo lo expuesto con anterioridad confirma nuestra primera hipótesis: Los libros de texto de Física y Química no presentan prácticas de laboratorio basadas en la metodología científica. Además, se puede concluir que los libros de texto no incorporan las aportaciones de la investigación en didáctica de las ciencias. Los resultados del análisis de los libros de texto han sido similares (en algunos ítems peores) a los encontrados hace más de treinta años.

Además, en la actualidad se dispone de nuevas herramientas como las simulaciones interactivas, pero únicamente dos de los libros de texto analizado los incorpora en sus trabajos prácticos. A este respecto, el alumnado se muestra neutral (44,0 %) sobre lo que pueden aprender con las simulaciones interactivas

comparados con la experiencia real. Seguramente por el escaso o nulo uso que han realizado de ellos.

La investigación realizada tiene una segunda parte centrada en el alumnado y su dominio de las competencias científicas. A lo largo del presente curso han realizado trabajos prácticos (el 82,6 % más de 3) pero los asocian a comprobar conceptos ya conocidos (41,4 % bastante y 46,6 % totalmente). Un 42,5 % se manifiesta neutral al considerar que la metodología científica es exclusiva de los trabajos experimentales.

Se ha concluido que los libros de texto no prestan atención a la fase de orientación en el ABI ya que el 96,5 % de los trabajos prácticos propuestos por los libros de texto no responde a una situación problematizada. En la misma línea encontramos que el 69,0 % del alumnado no plantea aplicaciones y el 27,6 % solo describe un experimento.

Ya se ha detallado que la hipótesis es una de las partes olvidadas de los libros de texto. En consonancia encontramos que el alumnado no formula hipótesis (69,8 %) o no se ajusta al problema o a la situación (19,8 %).

Más de la mitad del alumnado (63,8 %) no es capaz de proponer un diseño experimental. El 25,0 % plantea un experimento relacionado con la caída de las masas pero es incompleto. Por lo tanto, se encuentra una deficiencia en la capacidad experimental del alumnado. En cambio, saben indicar alguno de los instrumentos que necesitarían (63,8 %) pero no el proceso para la recogida de datos.

Las conclusiones y las perspectivas son, como apuntaban los resultados con los libros de texto, otra de las deficiencias del alumnado. El 55,2 % del alumnado no es capaz de plantear conclusiones y el 76,7 % tampoco se plantea ir más allá del trabajo práctico.

Los bajos porcentajes en los cuestionarios 3 y 4 nos llevan a confirmar nuestra segunda hipótesis. El alumnado de Física y Química no domina las competencias científicas necesarias para explicar y entender los fenómenos físicos planteados en los libros de texto.

Es preocupante que muchas de las respuestas (independientemente del IES) al cuestionario 4 encajen con las consideraciones realizadas por Gil (1981) en su ejemplo del estudio cinemático de la caída de los cuerpos. Gil (1981) calificaba de “resultado aberrante que pone en cuestión el tipo de docencia impartida” cuando las respuestas eran que el cuerpo más pesado caería más rápido. Treinta y un años después se siguen encontrando este tipo de respuestas (junto con la confusión entre peso y masa) entre el alumnado de Física y Química tras completar la ESO en la rama científica.

Por último, los resultados proporcionan consideraciones para tener en cuenta en la creación del material escrito; bien por parte de las editoriales o el profesorado.

El primero es sobre las gráficas y tablas. La mayoría de los libros (6 de 7) elaboran las gráficas y tablas a partir de las ecuaciones y hacen coincidir perfectamente el ajuste con los valores. En cambio, el alumnado a través de los trabajos prácticos que ha realizado sabe que los valores experimentales reales no se ajustan a la perfección (58,6 %).

La segunda consideración tiene relación con las imágenes. El 45,2 % del alumnado encuestado se fijaría antes en un dibujo esquemático que en una fotografía real.

La tercera es que un 82,6 % del alumnado recuerda haber realizado más de tres tareas prácticas durante el curso, lo que indica la importancia que le concede el profesorado y la atención que le supone al alumnado.

En cuarto lugar, la estructura actual de los trabajos prácticos en los que se proporciona toda la información sigue un procedimiento tipo receta y se utiliza como comprobación de los conceptos ya estudiados. No permite que el alumnado adquiera las competencias científicas.

Por último, las referencias y la utilización de la metodología científica deben ir más allá de los trabajos prácticos. De esta forma, se tendría una adquisición mayor si se integra en todas las partes de la docencia; desde el planteamiento de los problemas a la presentación de los conceptos de la Física y la Química.

5.2. Limitaciones

La muestra de 7 libros de texto ha implicado el análisis de 143 trabajos prácticos. El número total de trabajos prácticos es significativo y se han analizado parte de las mayores editoriales pero no todas. Esto supone una primera limitación del trabajo, quedando pendiente la ampliación a nuevas editoriales y a la aplicación definitiva de la LOMLOE.

Por otro lado, se han analizado los libros de texto generales de 4º de la ESO pero no los posibles manuales específicos que incluyen exclusivamente trabajos prácticos.

En la parte del alumnado se ha conseguido una participación de 116 estudiantes, pero ha quedado reducida a la zona de Castellón y a un centro de las Islas Baleares. El período en el que se han realizado los cuestionarios ha sido el final del curso académico, por lo que, en este contexto, el alumnado ya había completado todo el curso de 4º de la ESO. Por un lado, sus respuestas nos proporcionan la adquisición de las competencias en toda la etapa de Educación Secundaria.

En cuanto a los cuestionarios, la principal limitación viene dada por la formulación y comprensión de alguna pregunta del cuestionario 4 de carácter abierto. Parte del profesorado presente en la realización del cuestionario notificó que, por ejemplo, un número alto (no especificaron el número exacto) de estudiantes no sabían qué era una variable (ítem 4.3). Este comentario proporciona información sobre el conocimiento de la metodología científica y de la competencia científica que tiene el alumnado, pero también la necesidad de reformular la pregunta para conseguir una comprensión completa.

5.3. Prospectiva

La presente investigación supone el punto de partida de otra más amplia y de mayor recorrido. Es un primer paso para comprender el estado global y el planteamiento inicial de los cuestionarios. De este modo las prospectivas son amplias e incluyen:

- Ampliar el número de libros de texto analizados, incluyendo las futuras versiones que desarrollen las editoriales para la nueva ley educativa (LOMLOE). Comparar entre los libros innovadores y los convencionales.
- Incorporar los manuales específicos de trabajos prácticos al análisis.
- Crear nuevos instrumentos (cuestionarios y/o entrevistas) para incorporar la visión del profesorado.
- Ampliar el número de centros, alumnado y niveles (3º de la ESO, 4º de la ESO y 1º de Bachillerato) que realizan los cuestionarios 3 y 4. De este modo se conseguiría tener una visión más completa del nivel en competencias científicas del alumnado.
- Crear una escala para poder englobar al alumnado según el grado de adquisición de las competencias científicas.

Finalmente, con las conclusiones (deficiencias y fortalezas) aquí establecidas se plantea investigar la siguiente pregunta:

¿Es posible plantear una propuesta didáctica para la enseñanza de la física en 4º de la ESO que permita al alumnado interiorizar las competencias científicas?

6. Referencias

- Álvarez Méndez, J. Manuel. (2001). Entender la didáctica, entender el curriculum. Miño y Dávila,.
- ANELE
(Asociación Nacional de Editores de Libros y Material de Enseñanza). (2013). La edición de libros de texto en España.
- Arnau Marco, E. (2017). Visualització del moviment harmònic simple aplicant les noves tecnologies. *Ciències: Revista Del Professorat de Ciències de Primària i Secundària*, 0(34), 16–21. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencias.5>
- Balastegui, M., Palomar, R., y Solbes, J. (2020). ¿En qué aspectos es más deficiente la alfabetización científica del alumnado de Bachillerato? *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 17(3), 3302. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3302
- Bransford, J. D., Brown, A. L., y Cocking, R. R. (1999). How people learn [Book]. National Acad. Pr. <https://doi.org/10.17226/6160>
- Brown, E. R., Steinberg, M., Lu, Y., y Diekman, A. B. (2018). Is the Lone Scientist an American Dream? Perceived Communal Opportunities in STEM Offer a Pathway to Closing U.S.–Asia Gaps in Interest and Positivity. *Social Psychological and Personality Science*, 9(1), 11–23. <https://doi.org/10.1177/1948550617703173>
- Bybee, R. (2015). Scientific Literacy. In R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of Science Education* (pp. 944–947). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2150-0_178
- Campanario, J. M. (2003). De la necesidad, virtud: como aprovechar los errores y las imprecisiones de los libros de texto para enseñar física. *Enseñanza de Las Ciencias*, 21(1), 161–172. <http://fraser.cc>
- Cañal, P. (2012). ¿Cómo evaluar la competencia científica? *Investigación En La Escuela*, 78, 5–17. <https://doi.org/10.12795/IE.2012.I78.01>
- Choppin, A. (1993). Introduction. In *Histoire de l'éducation* (Issue 58, pp. 5–7). Ecole normale supérieure de Lyon. <http://www.jstor.org/stable/41159388>
- de Jong, T. (2006). Technological advances in inquiry learning. *Science*, 312(5773), 532–533. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1127750>

- de Oliveira Maia, J., y Villani, A. (2016). A relação de professores de Química com o livro didático e o caderno do professor. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 15(1), 121–146.
- Deboer, G. E. (2000). Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. In John Wiley y Sons, Inc. *J Res Sci Teach* (Vol. 37, Issue 6).
- Esteve, A. R., Segura, S., y Solbes, J. (2021). Evaluation of a High School Practical Experience on Noise Pollution With Smartphones. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(11), em2030. <https://doi.org/10.29333/EJMSTE/11249>
- Esteve, A., y Solbes, J. (2017). El desinterés de los estudiantes por las ciencias y la tecnología en el bachillerato y los estudios universitarios [Proceeding]. X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las ciencias, 573–578.
- Fensham, P. J. (2009). Real world contexts in PISA science: Implications for context-based science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 884–896. <https://doi.org/10.1002/TEA.20334>
- Ferrés Gurt, C., Marbà Tallada, A., y Sanmartí Puig, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 12(1), 22–37. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2900>
- Franco-Mariscal, A. J. (2015). Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria. *Enseñanza de Las Ciencias*, 33(2), 231–252. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1645>
- Furió, C., Solbes, J., y Carrascosa, J. (2004). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. Resultados y perspectivas. *Alambique*, 48, 64–78. <https://www.researchgate.net/publication/39215661>
- García García, J. J., y Perales Palacios, F. J. (2007). ¿Comprenden los estudiantes las gráficas cartesianas usadas en los textos de ciencias? *Enseñanza de Las Ciencias*, 25(1), 107–132.
- Gavidia, V. (2008). Las actitudes en la educación científica. *Didáctica de Las Ciencias Experimentales y Sociales*, 22, 53–56.
- Gil, D. (1981). Por unos Trabajos prácticos realmente significativos. *Revista de Bachillerato*, 17, 54–56.

- Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C., y Martínez-Torregrosa, J. (1991). La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. Barcelona: Horsori, 232.
- Gil, D., Furió, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez-Torregrosa, J., Guisasola, J., González, E., Dumas-Carre´, A., Goffard, M., y Pessoa De Carvalho, A. M. (1999). ¿TIENE SENTIDO SEGUIR DISTINGUIENDO ENTRE APRENDIZAJE DE CONCEPTOS, RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE LÁPIZ Y PAPEL Y REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO? *Enseñanza de Las Ciencias*, 17(2), 311–320.
- Gil, D., y Payá, J. (1988). Los trabajos prácticos de Física y Química y la Metodología científica. *Seminario De Enseñanza De La Odontopediatria*, 2, 73–79.
- Gil, D., y Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación En La Escuela*, 43, 27–37. <https://roderic.uv.es/handle/10550/45415>
- Gil, D., y Vilches, A. (2006). EDUCACIÓN CIUDADANA Y ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA: MITOS Y REALIDADES 1. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42, 31–53. <http://www.oei.es/decada>
- Grence, T., Siles, M. I., Peña, A., y Vidal, M. del C. (2016). *Solucionario Física 2* (L. Muñoz, Ed.). Santillana.
- Gyllenpalm, J., y Wickman, P.-O. (2011). The Uses of the Term Hypothesis and the Inquiry Emphasis Conflation in Science Teacher Education. *International Journal of Science Education*, 33(14), 1993–2015. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.538938>
- Harms, N. C., y Yager, R. E. (1981). *What Research Says to the Science Teacher* (Vol. 3).
- Hasni, A., Potvin, P., Hasni, A., y Potvin, P. (2015). Student's Interest in Science and Technology and its Relationships with Teaching Methods, Family Context and Self-Efficacy. *International Journal of Environmental y Science Education*, 10(3), 337–366. <https://doi.org/10.12973/ijese.2015.249a>
- Hazelkorn, E., Ryan, C., Beernaert, Y., Constantinou, C., Deca, L., Grangeat, M., Karikorpi, M., Lazoudis, A., Pintó Casulleras, R., y Welzel-Breuer, M. (2015). Science education for responsible citizenship. Report to the European Commission of the expert group on science education. European Commission. http://eeas.europa.eu/delegations/index_en.htm
- Hodson, D. (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, 14(5), 541–562. <https://doi.org/10.1080/0950069920140506>

- Ibáñez, M. M., Romero, M. del C., y Jimenez, M. del P. (2019). ¿Qué ciencia se presenta en los libros de texto de Educación Secundaria? Enseñanza de Las Ciencias. *Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 37(3), 49–71. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2668>
- James, R. K., y Smith, S. (1985). Alienation Science in of Students from Grades 4-12. *Science Education*, 69(1), 39–45.
- Keselman, A. (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(9), 898–921. <https://doi.org/10.1002/TEA.10115>
- Kuhn, J., Vogt, P., y Hirth, M. (2014). Analyzing the acoustic beat with mobile devices. *The Physics Teacher*, 52(4), 248. <https://doi.org/10.1119/1.4868948>
- Llorens, J. A., de Jaime, M. del C., y Llopis, R. (1989). La función del lenguaje en un enfoque constructivista del aprendizaje de las ciencias [Article]. *Enseñanza de Las Ciencias*, 7(2), 111–119. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5013>
- López-Navajas, A. (2014). Análisis de la ausencia de las mujeres en los manuales de la ESO: una genealogía de conocimiento ocultada. *Revista de Educación*, 363, 282–308. <http://www.uned.es/bieses/-que>
- López-Valentín, D. M., y Guerra-Ramos, M. T. (2013). Análisis de las actividades de aprendizaje incluidas en libros de texto de ciencias naturales para educación primaria utilizados en México. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 31(2), 173–191. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n2.815>
- March, A. F. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio Siglo XXI*, 24, 35–56.
- Martínez Bonafé, Jaume. (2002). Políticas del libro de texto escolar. Morata,.
- Martínez, N., Valls, R., y Pineda, F. (2009). El uso del libro de texto de Historia de España en Bachillerato: diez años de estudio, 1993-2003, y dos reformas (LGE-LOGSE). *Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 23, 3–35.
- Maturano, C., y Mazzitelli, C. (2018). Libros de texto de ciencias naturales, de ayer, de hoy y, ¿de siempre? *Revista de Enseñanza de La Física*, 30(1), 49. www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/
- McComas, W. F. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. In *The nature of science in science education* (pp. 53–70). Springer.
- MEFP. Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2022). Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las

enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. Boletín Oficial Del Estado, 76, 30 de marzo de 2022, 41571–41789. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-4975>

Millar, R. (2006). Insights from the Design and Implementation of a Scientific Literacy Approach in School Science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499–1521. <https://doi.org/10.1080/09500690600718344>

Occelli, M., y Valeiras, N. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 31(2), 133–152. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n2.761>

Organisation for Economic Co-operation and Development, [OECD]. (2006). *Evolution of student interest in science and technology studies: Policy report*.

Palacios, F. J. P., y Jiménez, J. de D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 20(3), 369–386. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3954>

Payá Perís, J. (1991). Los trabajos prácticos en la enseñanza de la física y química: un análisis crítico y una propuesta fundamentada. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14015.43684>

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., y Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/J.EDUREV.2015.02.003>

Pedrinaci, E., Caamaño, Aureli., Cañal, P., y ProBueno, A. de. (2012). *El Desarrollo de la competencia científica : 11 ideas clave* (E. Pedrinaci, Aureli. Caamaño, P. Cañal, y A. de Pro Bueno, Eds.) [Book]. Graó.

Pérez, S., y Meneses Villagrà, J. A. (2020). La competencia científica en las actividades de aprendizaje incluidas en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 17(2), 1–18. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i2.2101

Petit, M. F., y Solbes, J. (2012). La ciencia ficción y la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, 30(2), 55–72.

Petit, M. F., y Solbes, J. (2016). El cine de ciencia ficción en las clases de ciencias de enseñanza secundaria (II). Análisis de películas. *Revista Eureka Sobre*

Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias, 13(1), 176–191.
<https://doi.org/DOI:10498/18022>

- Piñar, I. (2015). Física y Química 3º ESO. Oxford University Press.
- Pintó, R., Aliberas Maymí, J., y Gómez Carrillo, R. (1996). Tres enfoques de la investigación sobre concepciones alternativas [Article]. Enseñanza de Las Ciencias, 14(2), 221. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4228>
- Reiss, M. J., Millar, R., y Osborne, J. (1999). Beyond 2000: Science/biology education for the future. Journal of Biological Education, 33(2), 68–70. <https://doi.org/10.1080/00219266.1999.9655644>
- Rocard, M., Hemmo, V., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., y Wallberg-Henriksson, H. (2007). Science education NOW: a renewed pedagogy for the future of Europe (European Commission and Directorate-General for Research and Innovation, Ed.). Publications Office. http://ec.europa.eu/research/rtdinfo/index_en.html
- Roehrig, G. H., Kruse, R. A., y Kern, A. (2007). Teacher and school characteristics and their influence on curriculum implementation. Journal of Research in Science Teaching, 44(7), 883–907. <https://doi.org/10.1002/TEA.20180>
- Samans, R., Zahidi, S., Leopold, T. A., y Ratcheva, V. (2016). The Human Capital Report 2016. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32868.78725>
- Scanlon, E., Anastopoulou, S., Kerawalla, L., y Mulholland, P. (2011). How technology resources can be used to represent personal inquiry and support students' understanding of it across contexts. Journal of Computer Assisted Learning, 27(6), 516–529. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2729.2011.00414.X>
- Schwab, J. J., y Bradwein, P. (1962). The teaching of science as enquiry. In the teaching of science (Cambridge, Ed.).
- Schwab, K. (2017). La Cuarta revolución industrial [Book]. Randstad.
- Sjøberg, S., y Schreiner, C. (2005). How do learners in different cultures relate to science and technology? Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 6(2), 1–16.
- Smetana, L., y Bell, R. L. (2012). Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature. International Journal of Science Education, 34(9), 1337–1370. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182>
- Solbes, J. (2009). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (I): resumen del camino avanzado. Revista

- Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias, 6(1), 2–20.
<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3713>
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique*, 67, 53–61.
- Solbes, J., Domínguez-Sales, M. C., Fernández-Sánchez, J., Furió, C., Guisasola, J., y Cantó, J. (2013). ¿El profesorado de física y química incorpora los resultados de la investigación en didáctica? *Didáctica de Las Ciencias Experimentales y Sociales*, 27, 155–178.
<https://doi.org/10.7203/dces.27.2617>
- Solbes, J., Fernández-Sánchez, J., Domínguez-Sales, M. C., y Cantó, J. (2018). Influencia de la formación y la investigación didáctica del profesorado de ciencias sobre su práctica docente. *Enseñanza de Las Ciencias*, 36(1), 25–44. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2335>
- Solbes, J., Montserrat, R., y Furió, C. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de Las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91–117.
<https://ojs.uv.es/index.php/dces/article/view/2428/1973>
- Solbes, J., y Tarín, F. (2007). ¿Qué hacemos si no coinciden la teoría y el experimento? (o los obstáculos de la realidad). *Alambique*, 52, 97–106.
- Solbes, J., y Vilches, A. (1989). Interacciones Ciencia/Técnica/Sociedad: un instrumento de cambio actitudinal. *Enseñanza de Las Ciencias*, 7, 14–20.
- Solbes, J., y Vilches, A. (2002). Visiones de los estudiantes de secundaria acerca de las interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 1(2), 80–91.
- Talavera, M., Mayoral, O., Hurtado, A., y Martín-Baena, D. (2018). Motivación docente y actitud hacia las ciencias: influencia de las emociones y factores de género. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 17, 461–475.
- 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.
- Tamir, P., Nussinovitz, R., y Friedler, Y. (1982). The design and use of a Practical Tests Assessment Inventory. *Journal of Biological Education*, 16(1), 42–50.
<https://doi.org/10.1080/00219266.1982.9654417>
- Torres, N., y Solbes, J. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de Las Ciencias*, 34(2), 43–65.
<https://doi.org/10.5565/REV/ENSCIENCIAS.1638>

- Torres, N., Solbes, J., y Traver, M. (2018). Use of socio-scientific issues in order to improve critical thinking competences. *Asia-Pacific on Science Learning and Teaching*, 19(1), 1–22. <http://hdl.handle.net/10550/69573>
- Unesco. (2022, May 26). UIS Statistics. UIS Statistics. <http://data.uis.unesco.org/index.aspx?queryid=163#>
- Vilches, A., Solbes, J., y Gil, D. (2004). Alfabetización científica para todos contra ciencia para futuros científicos. *Alambique*, 41, 89–99. <https://www.grao.com/es/producto/alfabetizacion-cientifica-para-todos-contra-ciencia-para-futuros-cientificos-al04111703>
- White, B. Y., Shimoda, T. A., y Frederiksen, J. R. (1999). Enabling Students to Construct Theories of Collaborative Inquiry and Reflective Learning: Computer Support for Metacognitive Development Enabling Students to Construct Theories of Collaborative Inquiry and Reflective Learning: Computer Support for. *International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED)*, 10, 151–182. <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00197340>
- Wilson, E. B. (1990). *An introduction to scientific research*. Courier Corporation.
- Yager, R. E. (1983). The importance of terminology in teaching K-12 science. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(6), 577–588.
- Yager, R. E., y Penick, J. E. (1986). Perceptions of Four Age Groups Toward Science Classes, Teachers, and the Value of Science. *Science Education*, 70(4), 355–363.

7. Anexos

I - Tabla con la escala de valoración del cuestionario 4

Tabla 45. Escala de valoración del cuestionario 4

Planteamiento Ítem 4.1 Formulación problemas	1	No se plantean problemas o no sabe, no contesta.
	2	Se plantea un o varios problemas con una relación baja e inabordable.
	3	Se plantean uno o varios problemas abordables, pero con relación baja o es una hipótesis.
	4	Los problemas son adecuados pero su formulación no lo es.
	5	Los problemas y su formulación son adecuados.
Planteamiento Ítem 4.2 Relación con el entorno	1	No se plantean aplicaciones o no sabe, no contesta.
	2	Se plantea un experimento
	3	Se plantean aplicaciones sin relación con el problema.
	4	Se plantean aplicaciones con relaciones bajas con el entorno.
	5	Plantea relaciones con el entorno adecuadas a las características descritas.
Identificación de variables Ítem 4.3	1	No se identifican variables o no sabe, no contesta.
	2	Las variables no tienen relación con el problema.
	3	Identifica variables relacionadas y no relacionadas con el problema.
	4	Identifica las variables relacionadas con el problema pero no las diferencia entre dependientes e independientes.
	5	Identifica las variables y las diferencia entre dependientes e independientes.
Hipótesis Ítem 4.4	1	No se formulan hipótesis o no sabe, no contesta.
	2	La hipótesis no se ajusta al problema o a la situación.
	3	La formulación contiene errores o son suposiciones/predicciones.
	4	La hipótesis está relacionada con el problema.
	5	La hipótesis está relacionada con el problema y se formula en forma de: si... entonces...

Tabla 46 (cont.). Escala de valoración del cuestionario 4

Experimental Ítem 4.5	1	No se ha propuesto un diseño experimental o no sabe, no contesta.
	2	Se ha propuesto un diseño experimental no relacionado con el problema o la hipótesis.
	3	El diseño experimental tiene relación con la hipótesis pero no es realizable con el material disponible en un laboratorio escolar o es incompleto.
	4	El diseño experimental permite la comprobación de la hipótesis pero no se relaciona con las variables.
	5	El diseño experimental permite la comprobación de la hipótesis y se relaciona con las variables.
Recogida de datos Diseño experimental Ítem 4.6 Ítem 4.7	1	No se indica el procedimiento ni los instrumentos o no sabe, no contesta.
	2	Se indican instrumentos pero no el procedimiento para recoger datos.
	3	Se indican instrumentos y un proceso muy general.
	4	Se concretan procedimientos e instrumentos pero no permiten recoger todos los datos necesarios.
	5	Se indican procedimientos e instrumentos que permiten recoger todos los datos necesarios.
Resultados Ítem 4.8	1	No se plantean conclusiones o no sabe, no contesta.
	2	Se plantean conclusiones no relacionadas con el experimento.
	3	Las conclusiones planteadas son en realidad resultados o no son completas.
	4	No se relacionan las conclusiones con los datos.
	5	Las conclusiones están fundamentadas en los datos.
Prospectiva Ítem 4.9	1	No se plantea ir más allá de las conclusiones o no sabe, no contesta.
	2	Se reformulan las conclusiones con otras palabras.
	3	Se plantea seguir investigando sobre el tema pero de forma general sin concretar.
	4	Se plantea otro experimento para comprobar la hipótesis o comparar con la bibliografía/otros grupos.
	5	Se proponen nuevas ideas, experimentos y comparar con la bibliografía.

II – Tablas de los cuestionarios de los libros.

Tabla 46. Resultados de los cuestionarios 2 y 3 para cada uno de los libros de texto analizados

Ítem	McGraw-Hill		Edelvives		Oxford		Santillana		Sm		Anaya		Elzevir	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
1.1	41		12		15		23		19		12		21	
1.2	Sí		Sí		Sí		Sí		Sí		Sí		No	
1.3	4		0		0		0		1		0		0	
1.4	6		10		14		13		7		12		0	
1.5	31		2		1		9		11		0		21	
1.6	No		No		No		No		Sí		No		No	
1.7	Sí		No		No		No		No		Sí		No	
1.8	Sí		Sí		Sí		Sí		Sí		Sí		Sí	
1.9	3D		3D		Mixto		Real		Real		Mixto		Real	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
2.1	0	41	0	12	0	15	0	23	0	19	0	12	0	21
2.2	1	40	0	12	0	15	0	23	2	17	2	10	0	21
2.3	1	40	1	11	2	13	0	23	1	18	6	6	0	21
2.4	1	40	1	11	1	14	0	23	3	16	2	10	6	15
2.5	1	40	2	10	1	14	0	23	4	15	2	10	6	15
2.6	1	40	0	12	2	13	1	22	2	17	10	2	11	10
2.7	1	40	0	12	0	15	0	23	2	17	1	11	1	20
2.8	2	39	0	12	0	15	0	23	1	18	5	7	0	21
2.9	1	40	2	10	0	15	0	23	2	17	4	8	1	20
2.10	41	0	12	0	13	2	23	0	18	1	11	1	8	13
2.11	1	40	1	11	1	14	1	22	0	19	4	8	0	21
2.12	4	37	0	12	2	13	0	23	2	17	1	11	0	21
2.13	33	8	12	0	12	3	23	0	19	0	10	2	10	11
2.14	7	34	0	12	2	13	1	22	1	18	3	9	4	17
2.15	27	14	9	3	9	6	12	11	15	4	7	5	15	6

III – Porcentajes cuestionario 3 y 4 por IES

- IES 1

	Porcentaje				
	1	2	3	4	5
¿Cuántos trabajos experimentales recuerdas haber realizado?	6,7	20,0	0,0	26,7	46,7
En mi opinión la metodología científica está asociada únicamente a los trabajos experimentales	6,7	26,7	46,7	20,0	0,0
Los trabajos experimentales son un ejemplo de los conocimientos teóricos (leyes, etc) que ya hemos estudiado con anterioridad.	0,0	0,0	26,7	60,0	13,3
¿Qué representa mejor los datos reales que se obtienen en un experimento realizado en el laboratorio?	33,3	40,0	26,7		
Según tu experiencia de las simulaciones que representan un experimento podemos aprender lo mismo que si lo realizamos en la realidad.	6,7	40,0	46,7	6,7	0,0
La información correcta es la que se encuentra en los primeros resultados de los buscadores de Internet (por ejemplo, Google)	53,3	33,3	13,3	0,0	0,0
¿En qué imagen te fijarías para realizar el experimento?	46,7	13,3	40,0		
¿Para qué podría ser interesante investigar la caída de dos masas diferentes?	66,7	33,3	0,0	0,0	0,0
¿Podríamos aplicar esta investigación en tu entorno?	80,0	13,3	0,0	6,7	0,0
¿De qué variables crees que depende la caída de dos masas?	0,0	13,3	80,0	6,7	0,0
¿Cómo pueden influir las variables que has identificado en la caída?	73,3	26,7	0,0	0,0	0,0
¿Cómo comprobarías experimentalmente la influencia de tus variables?	73,3	6,7	20,0	0,0	0,0
¿Al realizar tu diseño experimental qué procedimiento seguirías para recoger los datos? ¿Qué instrumentos de medida podrías utilizar?	26,7	60,0	13,3	0,0	0,0
¿Qué conclusiones podrías extraer del experimento?	93,3	0,0	6,7	0,0	0,0
¿Harías algo más con las conclusiones?	80,0	0,0	0,0	20,0	0,0

- IES 2

	Porcentaje				
	1	2	3	4	5
¿Cuántos trabajos experimentales recuerdas haber realizado?	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
En mi opinión la metodología científica está asociada únicamente a los trabajos experimentales	31,6	26,3	26,3	10,5	5,3
Los trabajos experimentales son un ejemplo de los conocimientos teóricos (leyes, etc) que ya hemos estudiado con anterioridad.	0,0	0,0	5,3	42,1	52,6
¿Qué representa mejor los datos reales que se obtienen en un experimento realizado en el laboratorio?	78,9	21,1	0,0		
Según tu experiencia de las simulaciones que representan un experimento podemos aprender lo mismo que si lo realizamos en la realidad.	0,0	26,3	42,1	21,1	10,5
La información correcta es la que se encuentra en los primeros resultados de los buscadores de Internet (por ejemplo, Google)	42,1	36,8	21,1	0,0	0,0
¿En qué imagen te fijarías para realizar el experimento?	73,7	0,0	26,3		
¿Para qué podría ser interesante investigar la caída de dos masas diferentes?	31,6	31,6	26,3	10,5	0,0
¿Podríamos aplicar esta investigación en tu entorno?	78,9	15,8	0,0	0,0	5,3
¿De qué variables crees que depende la caída de dos masas?	0,0	31,6	52,6	15,8	0,0
¿Cómo pueden influir las variables que has identificado en la caída?	42,1	15,8	36,8	5,3	0,0
¿Cómo comprobarías experimentalmente la influencia de tus variables?	31,6	0,0	63,2	5,3	0,0
¿Al realizar tu diseño experimental qué procedimiento seguirías para recoger los datos? ¿Qué instrumentos de medida podrías utilizar?	5,3	63,2	26,3	5,3	0,0
¿Qué conclusiones podrías extraer del experimento?	36,8	36,8	26,3	0,0	0,0
¿Harías algo más con las conclusiones?	68,4	15,8	10,5	5,3	0,0

- IES 3

	Porcentaje				
	1	2	3	4	5
¿Cuántos trabajos experimentales recuerdas haber realizado?	0,0	3,8	0,0	3,8	92,3
En mi opinión la metodología científica está asociada únicamente a los trabajos experimentales	9,3	23,3	44,2	20,9	2,3
Los trabajos experimentales son un ejemplo de los conocimientos teóricos (leyes, etc) que ya hemos estudiado con anterioridad.	0,0	3,8	7,5	32,1	56,6
¿Qué representa mejor los datos reales que se obtienen en un experimento realizado en el laboratorio?	58,5	35,8	5,7		
Según tu experiencia de las simulaciones que representan un experimento podemos aprender lo mismo que si lo realizamos en la realidad.	5,7	22,6	37,7	30,2	3,8
La información correcta es la que se encuentra en los primeros resultados de los buscadores de Internet (por ejemplo, Google)	32,1	52,8	11,3	3,8	0,0
¿En qué imagen te fijarías para realizar el experimento?	41,5	13,2	45,3		
¿Para qué podría ser interesante investigar la caída de dos masas diferentes?	52,8	35,8	7,5	0,0	3,8
¿Podríamos aplicar esta investigación en tu entorno?	75,5	20,8	1,9	1,9	0,0
¿De qué variables crees que depende la caída de dos masas?	9,4	30,2	56,6	3,8	0,0
¿Cómo pueden influir las variables que has identificado en la caída?	66,0	26,4	5,7	1,9	0,0
¿Cómo comprobarías experimentalmente la influencia de tus variables?	67,9	15,1	15,1	1,9	0,0
¿Al realizar tu diseño experimental qué procedimiento seguirías para recoger los datos? ¿Qué instrumentos de medida podrías utilizar?	18,9	67,9	13,2	0,0	0,0
¿Qué conclusiones podrías extraer del experimento?	54,7	30,2	15,1	0,0	0,0
¿Harías algo más con las conclusiones?	79,2	13,2	7,5	0,0	0,0

- IES 4

	Porcentaje				
	1	2	3	4	5
¿Cuántos trabajos experimentales recuerdas haber realizado?	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
En mi opinión la metodología científica está asociada únicamente a los trabajos experimentales	0,0	25,0	56,3	12,5	6,3
Los trabajos experimentales son un ejemplo de los conocimientos teóricos (leyes, etc) que ya hemos estudiado con anterioridad.	0,0	0,0	12,5	43,8	43,8
¿Qué representa mejor los datos reales que se obtienen en un experimento realizado en el laboratorio?	62,5	12,5	25,0		
Según tu experiencia de las simulaciones que representan un experimento podemos aprender lo mismo que si lo realizamos en la realidad.	0,0	12,5	50,0	37,5	0,0
La información correcta es la que se encuentra en los primeros resultados de los buscadores de Internet (por ejemplo, Google)	18,8	43,8	25,0	12,5	0,0
¿En qué imagen te fijarías para realizar el experimento?	25,0	56,3	18,8		
¿Para qué podría ser interesante investigar la caída de dos masas diferentes?	0,0	18,8	12,5	56,3	12,5
¿Podríamos aplicar esta investigación en tu entorno?	6,3	93,8	0,0	0,0	0,0
¿De qué variables crees que depende la caída de dos masas?	12,5	0,0	37,5	50,0	0,0
¿Cómo pueden influir las variables que has identificado en la caída?	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
¿Cómo comprobarías experimentalmente la influencia de tus variables?	68,8	0,0	31,3	0,0	0,0
¿Al realizar tu diseño experimental qué procedimiento seguirías para recoger los datos? ¿Qué instrumentos de medida podrías utilizar?	6,3	75,0	18,8	0,0	0,0
¿Qué conclusiones podrías extraer del experimento?	31,3	25,0	43,8	0,0	0,0
¿Harías algo más con las conclusiones?	75,0	6,3	12,5	6,3	0,0

- IES 5

	Porcentaje				
	1	2	3	4	5
¿Cuántos trabajos experimentales recuerdas haber realizado?	7,7	7,7	30,8	15,4	38,5
En mi opinión la metodología científica está asociada únicamente a los trabajos experimentales	7,7	15,4	38,5	30,8	7,7
Los trabajos experimentales son un ejemplo de los conocimientos teóricos (leyes, etc) que ya hemos estudiado con anterioridad.	0,0	0,0	7,7	53,8	38,5
¿Qué representa mejor los datos reales que se obtienen en un experimento realizado en el laboratorio?	53,8	30,8	15,4		
Según tu experiencia de las simulaciones que representan un experimento podemos aprender lo mismo que si lo realizamos en la realidad.	0,0	7,7	61,5	30,8	0,0
La información correcta es la que se encuentra en los primeros resultados de los buscadores de Internet (por ejemplo, Google)	23,1	53,8	23,1		
¿En qué imagen te fijarías para realizar el experimento?	41,7	16,7	41,7	0,0	0,0
¿Para qué podría ser interesante investigar la caída de dos masas diferentes?	69,2	23,1	7,7	0,0	0,0
¿Podríamos aplicar esta investigación en tu entorno?	92,3	7,7	0,0	0,0	0,0
¿De qué variables crees que depende la caída de dos masas?	23,1	38,5	38,5	0,0	0,0
¿Cómo pueden influir las variables que has identificado en la caída?	84,6	15,4	0,0	0,0	0,0
¿Cómo comprobarías experimentalmente la influencia de tus variables?	76,9	15,4	7,7	0,0	0,0
¿Al realizar tu diseño experimental qué procedimiento seguirías para recoger los datos? ¿Qué instrumentos de medida podrías utilizar?	53,8	38,5	7,7	0,0	0,0
¿Qué conclusiones podrías extraer del experimento?	69,2	15,4	15,4	0,0	0,0
¿Harías algo más con las conclusiones?	76,9	0,0	23,1	0,0	0,0

