

VNIVERSITAT Æ VALÈNCIA

FACULTAT DE MAGISTERI

Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials

Programa de Doctorat en Didàctiques Específiques



**EFFECTOS DE LA CIENCIA RECREATIVA EN LAS ACTITUDES Y EL
APRENDIZAJE DEL ALUMNADO DE SECUNDARIA**

TESIS DOCTORAL

Presentada por: **Alejandro Robles García**

Dirigida por: **Dr. Jordi Solbes i Matarredona**
Dr. Óscar Raúl Lozano Lucía

Febrero, 2018

Jordi Solbes i Matarredona, Doctor en Ciencias Físicas y Catedrático de universidad de Didáctica de las Ciencias experimentales de la Universitat de València.

Óscar Raúl Lozano Lucia, Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales y profesor asociado de la Universitat de València.

CERTIFICAN: que esta memoria titulada “Efectos de la ciencia recreativa en las actitudes y el aprendizaje del alumnado de secundaria” ha sido realizada por Alejandro Robles García, bajo nuestra dirección y constituye la tesis para optar al grado de Doctor por la Universitat de València.

Y para que conste, se presenta esta memoria de tesis doctoral y se firma este certificado en Valencia, Febrero de 2018.



Agradecimientos

Muchas han sido las personas a lo largo de mi vida a quienes me gustaría agradecer hasta donde me han llevado mis pasos y el haber conseguido acabar esta maratón intelectual que es una tesis doctoral.

Es por ello que quiero mencionarlos en orden cronológico, tal y como los he conocido a lo largo de mi vida.

Sobre todo quiero dar las gracias a mi familia, por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi etapa de estudios, incluido este doctorado y especialmente, a mi padre, pues me dejó el legado de su amor por el conocimiento.

A mi madre, que me impulsó a cuestionarme el mundo que me rodeaba y me enseñó a ver que siempre hay algo más allá de lo que parece haber.

A mi hermana, Ariadna, que fue un excelente “conejiillo de indias” en la preparación de las experiencias y nunca se cansó de que le planteara nuevos desafíos científicos.

A mis abuelos, que siempre han tenido una fe ilimitada en mí.

Quiero agradecer también a Carmen Meseguer, excelente profesora, que fue quien despertó mi interés por aprender ciencias y fue mi bastión en aquellos importantes comienzos.

A Amparo Vilches, pues ha sido una gran formadora y consejera que tomó el relevo en mi orientación hacia el mundo de la Física y ha estado presente a lo largo de este proceso de doctorado.

Gracias a María Luisa Calatayud, pues aunque no éramos ni 4 gatos en la clase, siempre nos enseñó con el interés profundo de una profesora que ama lo que hace.

A mi tutor del primer año de universidad, Domingo Martínez, que no solo nos dio excelentes consejos para sobrevivir en la Facultad de Física, sino que además consiguió arrancarnos un aplauso de admiración al terminar nuestra primera clase.

A Benito Gimeno, gran profesor, que conseguía que sus clases fueran tan amenas que nunca nos queríamos perder ninguna de ellas.

También he de agradecer a Jordi Solbes, mi tutor, la gran labor realizada, y el gran apoyo que me ha prestado a lo largo de toda esta investigación doctoral.

Así mismo, también quiero dar las gracias a Oscar Lozano, cotutor de esta tesis y cuya presentación de su tesis doctoral fue la que despertó en mí el interés por la ciencia recreativa y me llevó a realizar este proyecto.

Gracias también a Francisco Tarín, un excelente profesor cuyo asesoramiento estadístico fue de gran relevancia para la realización de esta tesis.

Gracias a todos los alumnos de los que tanto he aprendido y que nos han permitido llevar a cabo esta investigación.

Y, finalmente, quiero dar las gracias a todos aquellos profesores, que de un modo desinteresado y generoso han contribuido con su experiencia al desarrollo de este trabajo de investigación.

Gracias a todos, de corazón, pues sin vuestra inestimable ayuda esta tesis no habría cobrado forma.

A mi padre

Frente a la experiencia real, los conceptos son como copos de nieve cayendo sobre una llama.

(Proverbio Zen)

Índice

Introducción	5
1. Planteamiento del problema	9
1.1 Actitudes de los estudiantes	9
1.2 Causas de esta situación	11
1.3 La importancia de la motivación en la ciencia	13
1.3.1 El papel del profesor	13
1.3.2 La ciencia como elemento lúdico	15
2. Formulación y fundamentación de las hipótesis.....	17
2.1 Formulación de la primera hipótesis	17
2.2 Consideraciones previas	17
2.2.1 ¿Qué se entiende por ciencia recreativa?	17
2.3 Fundamentación de la primera hipótesis	18
2.3.1 La ciencia recreativa como elemento motivador	18
2.3.2 Actitudes de chicos y chicas hacia la ciencia	25
2.4 Formulación de la segunda hipótesis	27
2.5 Fundamentación de la segunda hipótesis	28
2.5.1 La ciencia recreativa para motivar y fomentar el aprendizaje significativo	28
2.5.2 Aprendizaje por indagación.....	30
2.5.3 La ciencia recreativa en el aula.....	35
2.5.4 Importancia del tema de luz y sonido.....	37
2.5.5 Análisis del currículum	39
2.5.5.1 <i>LOE</i>	39
2.5.5.2 <i>LOMCE</i>	44
2.5.6 Dificultades de los estudiantes	47

2.5.6.1 <i>Dificultades del aprendizaje del sonido</i>	48
2.5.6.2 <i>Dificultades del aprendizaje de la luz</i>	51
2.5.7 <i>Objetivos propuestos y dificultades de aprendizaje asociadas</i>	58
3. Diseños experimentales para contrastar la primera hipótesis.....	61
3.1 Definiciones básicas	62
3.2 Diseño del cuestionario de los alumnos	64
3.2.1 Análisis de fiabilidad del cuestionario	67
3.3 Análisis de los libros de texto.....	69
3.3.1 Red de análisis de los textos.....	69
3.3.2 Criterios de valoración de la red de análisis de textos	71
3.4 Docentes en activo	75
3.4.1 Diseño del cuestionario.....	75
3.4.2 Entrevistas.....	78
4. Presentación y análisis de los resultados de la primera hipótesis	81
4.1 Análisis de las actitudes del alumnado	81
4.1.1 Muestra del alumnado.....	81
4.1.2 Elección de las pruebas	82
4.1.3 Estudio longitudinal 1º-2º de la ESO	85
4.1.4 Estudio longitudinal 2º-3º de la ESO	111
4.2 Libros de texto.....	140
4.2.1. Indicadores sobre la presencia de elementos recreativos.....	141
4.2.2. Características de los elementos recreativos.....	143
4.2.3. Comparación con el segundo ciclo	149
4.2.4. La utilización de la ciencia recreativa según la editorial.....	151
4.3 Profesores en activo.....	157
4.3.1 Cuestionario.....	157

4.3.2 Entrevistas.....	166
5. Diseños experimentales para contrastar la segunda hipótesis	175
5.1 Diseño de los cuestionarios de los alumnos	175
5.1.1 Cuestionario de actitudes hacia las ciencias.....	175
5.1.2 Cuestionario de aprendizaje	177
5.1.2.1 Prueba de fiabilidad. Alfa de Cronbach.	180
5.1.2.2 Criterios de valoración de los ítems del cuestionario	181
5.2 Diseño del cuestionario de los profesores en formación	186
5.3 Diseño de una propuesta didáctica para la enseñanza de la luz y el sonido	188
5.3.1 Propuesta didáctica: Un Mundo Ondulatorio.....	195
1 Las ondas. Propagación y características.....	196
2 Naturaleza y propagación del sonido.....	199
3 Propiedades características del sonido.....	210
4 Contaminación acústica	212
5 Naturaleza de la luz y visión de los objetos.....	214
6 Formación de eclipses, sombras y penumbras	218
7 Formación de imágenes.....	221
8 Reflexión de la luz.....	223
9 Refracción de la luz	232
10 El ojo y sus defectos visuales.....	237
11 Contaminación lumínica.....	239
12 La luz y el color	241
5.3.2 Evaluación de la propuesta didáctica	247
6. Presentación y análisis de los resultados de la segunda hipótesis	251
6.1 Evolución de las actitudes de los estudiantes (Pre-test y Post-test)	251

6.2 Estudio y comparación de las actitudes del grupo de control	272
6.2.1 Características del grupo de control	272
6.2.2 Comparación de las actitudes del grupo tratado con el de control...	273
6.3 Estudio del aprendizaje	278
6.3.1 Comparación de las medias globales entre pre-test y post-test	278
6.3.2 Influencia del factor género en los resultados globales pre-test y post-test	280
6.3.3 Distribución de la diferencia de respuestas correctas entre pre-test y post-test.....	281
6.3.4 Comparación de los resultados en cada ítem	282
6.3.5 Descripción detallada por categorías para cada ítem	295
6.3.6 Porcentaje en la categoría no contesta	312
6.3.7 Comparación con el grupo de control.....	313
6.3.7.1. <i>Estudio del pre-test entre el grupo control y el tratado</i>	313
6.3.7.2. <i>Estudio del post-test entre el grupo control y el tratado</i>	317
6.4 Profesores en formación	321
6.4.1 Muestra del profesorado.....	321
6.4.2 Resultados de los profesores en formación	321
7. Conclusiones y perspectivas	339
8. Bibliografía.....	353
9. Anexos	373
ANEXO I. Pruebas estadísticas de Kolmogorov-Smirnov	373
ANEXO II. Libros de texto analizados.....	408
ANEXO III. Cuestionarios utilizados	410

Introducción

La sociedad actual viene caracterizada por la gran cantidad de avances tecnológicos que se han ido produciendo a lo largo de estos últimos años, cuyas repercusiones, tanto positivas como negativas, han afectado a nuestro modo de vida de una manera tal, que ya no se concibe la sociedad sin pensar en un alto grado de tecnología asociada a ella. Esto implica una inherente necesidad de que, para adaptarse al mundo en que vivimos, sea necesaria la comprensión de este mundo tecnológico en que nos hallamos inmersos, comprensión que permita no solo la interacción pasiva, sino también la toma de decisiones activas y coherentes. Así pues, si consideramos un derecho el poder intervenir en la toma de decisiones, el poder votar y opinar sobre las cuestiones científicas que actualmente envuelven nuestro mundo, no podemos caer en un analfabetismo científico que nos mantenga ignorantes frente a los avances de nuestra sociedad.

De ahí la importancia de que los alumnos, como ciudadanos que se harán cargo de la sociedad del futuro, han de tener conocimientos de lo que ocurre y participar en las decisiones en las que sea necesaria una búsqueda de soluciones.

Es la sociedad, por tanto, la que habrá de decidir los caminos a tomar frente a las encrucijadas que se presenten y, para ello, sus componentes, deben estar adecuadamente preparados y conocer los mecanismos de participación apropiándose del conocimiento científico para su uso cotidiano y personal (Gavidia, 2008).

Bajo este precepto, la enseñanza de las ciencias es, por tanto, un cuerpo de conocimientos que está obligado a cambiar y adaptarse a la sociedad, ya que la metodología deberá variar en función del momento histórico, adaptándose al contexto en que vaya a ser aplicada. Es pues necesario, que continuamente sean revisados los aspectos relacionados con el proceso de enseñanza-aprendizaje (Lozano, 2012) si lo que se pretende es tener unos ciudadanos alfabetizados científicamente.

Con esta intención se han ido sucediendo distintas reformas educativas en los países occidentales, cuya pretensión era la de formar científicamente a los

estudiantes. Estas reformas, que han conllevado la extensión de la etapa obligatoria de la educación, sin embargo, han obviado algunos aspectos realmente importantes, ya que el incremento del periodo de escolarización unido a las prácticas tradicionales, escasamente motivadoras y muy desligadas del componente experimental de la ciencia, han conducido a climas del aula desconcertantes, con un número considerable de estudiantes poco implicados hacia el estudio y con problemas más o menos graves de disciplina (Matos Delgado et al, 1999) que, a menudo, acaban abandonando las ciencias por considerarlas o demasiado difíciles o aburridas (Solbes, 2011a, Lozano, 2012).

Estas actitudes negativas hacia las ciencias se están manifestando en una disminución de la cantidad de jóvenes europeos que estudian las ramas de ciencias, como proyección hacia su futuro, lo que significa un grave peligro para el progreso de Europa al obstaculizar el logro de una economía del conocimiento (Rocard et al., 2007; Solbes, 2011a). Además, según el informe Rocard, los orígenes de esta situación pueden deberse al modo en que se enseña la ciencia, algo que aún podría agravarse más, si la enseñanza de las ciencias no tiene en cuenta este problema y se centra puramente en aspectos conceptuales (Lozano, 2012) en vez de un replanteamiento metodológico. Es pues necesario que la enseñanza de las ciencias salga de su inercia (Palacios, 2007) y comience a evolucionar conjuntamente con la sociedad.

De este modo, es imprescindible el prestar atención al aspecto motivacional asociado al aprendizaje. Ya el famoso físico y docente Richard Feynman afirmaba: "...primero divierte al niño con juegos y, luego, lentamente, ¡inyéctale material de valor educativo!" (Feynman, 1969). Hay pues, que enseñar deleitando, buscando la forma de que aprendan a la vez de que se diviertan, fomentando la motivación de los estudiantes, pues esta es la única manera de que realmente desarrollen su gusto y curiosidad por el entorno que les rodea, la herramienta que hará que su interés sea lo suficientemente sólido para que se encuentren motivados en descubrir el mundo y se formen como ciudadanos científicamente preparados.

Así pues, esta investigación se va a centrar en algunos puntos que consideramos relevantes. En primer lugar, estudiaremos la situación problemática, anteriormente mencionada, del desinterés hacia las ciencias, cuyo

planteamiento desarrollaremos en detalle más adelante y observaremos cómo evoluciona a lo largo de la enseñanza secundaria.

Para ello, se ha realizado un estudio en relación a si la ciencia recreativa es conocida y utilizada dentro del ámbito de la enseñanza, para lo cual se han tenido en cuenta distintos elementos como los libros de texto, las actitudes y opiniones de los estudiantes y las opiniones de los profesores.

Por otro lado, también se estudiará la forma de abordar estos problemas actitudinales hacia las ciencias mediante la incorporación del recurso didáctico de la ciencia recreativa, recurso que aunque eficaz, aún se encuentra en los albores de su utilización en el aula.

Comprobaremos, finalmente, el efecto que puede tener la aplicación de esta metodología en las actitudes hacia las ciencias, así como su utilidad para desarrollar un aprendizaje significativo en los estudiantes, No solo valoraremos el efecto actitudinal que tenga en el alumnado, sino también los conocimientos y destrezas adquiridos a lo largo de este proceso. A este fin, se realizará una propuesta didáctica de actividades de ciencia recreativa centradas en el tema de luz y sonido, que permitirá comprobar la repercusión que puede llegar a tener el uso de esta metodología en las clases de ciencias.

1. Planteamiento del problema

1.1 Actitudes de los estudiantes

Dentro del currículum de las escuelas de muchos países, las actitudes hacia las ciencias son consideradas como un objetivo en sí mismo. Así pues, la razón de tener ciencia en la escuela secundaria, se fundamenta no solo en el hecho de transmitir unos conocimientos científicos, sino también en inculcar un respeto y aprecio de la ciencia como parte de nuestra cultura.

Además, la valoración y el interés mostrado hacia la ciencia son factores clave que influyen en las futuras elecciones educativas y que tienen repercusión incluso en las conductas como ciudadanos responsables, ya que cuando los contenidos, (hechos, conceptos, teorías) son olvidados con el transcurrir del tiempo, queda una huella que persiste en las mentes mucho tiempo después de haber dejado la escuela y cuya repercusión alcanza la vida adulta, a través de las conductas, intereses y actitudes manifestados.

Por tanto, las malas experiencias con la ciencia, tienen un efecto negativo que perdura del mismo modo en que las experiencias positivas lo hacen (Sjøberg y Schreiner, 2010).

Es por este motivo que algunos especialistas en didáctica como Fensham (2004) denuncian que el principal problema al que se enfrenta la enseñanza de las ciencias y al que hay que poner solución, es la actitud negativa de los estudiantes hacia la ciencia.

Cuando hablamos de actitudes es importante destacar que son un constructo complejo y multidimensional, existiendo diferentes clasificaciones (Munby, 1983; Vázquez y Manassero, 1995; Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001). No obstante, destaca la distinción que se ha realizado en la investigación educativa entre actitudes científicas y actitudes hacia la ciencia (Simpson et al., 1994; Vázquez y Manassero, 1995; Furió y Vilches, 1997; Pozo y Gómez, 1998; Solbes, 1999). De este modo, las actitudes científicas se refieren a la forma en que una persona se enfrenta a la resolución de problemas, la toma de decisiones, la búsqueda de objetividad o la actitud crítica, siendo todas ellas características de la forma de

pensar y actuar de un científico. Por otro lado, las actitudes hacia la ciencia hacen referencia a la consideración que se tiene hacia el papel que representa la ciencia en nuestra sociedad y los científicos, así como la valoración que se tiene de las distintas carreras científicas, las diferentes asignaturas de ciencias, los métodos de enseñanza de las ciencias o incluso las implicaciones sociales de la ciencia y la tecnología.

Estas actitudes hacia la ciencia, generalmente son favorables en la niñez, pero conforme avanza la edad de los estudiantes se pierde esta predisposición con la que llegan a las ciencias (Pell y Jarvis, 2001; Gibson y Chase, 2002; George, 2006). Así, en la transición entre primaria y secundaria, con el inicio de la adolescencia, la curiosidad e interés naturales de los niños comienzan a transformarse en desinterés, aburrimiento y experiencias de fracaso escolar (Murphy y Beggs, 2003).

Este desinterés hacia las ciencias se atribuye a que la ciencia escolar va ganando una creciente imagen negativa (autoritaria, aburrida, difícil, inútil y causa de los problemas medio-ambientales) en los estudiantes, provocando un rechazo hacia la ciencia y las carreras científicas (Vázquez y Manassero, 2008; Solbes, 2011a; Lozano, 2012).

Como consecuencia de esto, las materias de ciencias son las que antes abandonan los estudiantes cuando tienen la posibilidad de elegir la optatividad de las mismas (Pérez y Pro, 2013) y tal como señalan distintas investigaciones, este problema se está agravando con la disminución de la cantidad de personas que cursan estudios científicos (Rocard et al., 2007; Solbes, 2011a).

El abandono de las Ciencias y la Tecnología por parte de los estudiantes de Bachillerato es un hecho evidente, ya que el número de estudiantes que eligen la modalidad de Ciencia y Tecnología tan solo supone un 38.3% del total, y este porcentaje ha ido disminuyendo progresivamente hasta en un 20% en los últimos 16 años (Esteve y Solbes, 2017).

Un buen indicativo del número de estudiantes que estudian ciencias viene dado por el porcentaje de alumnos matriculados en las pruebas de acceso a la universidad y que optan por examinarse de estas materias. En la siguiente gráfica se muestra como ha variado este porcentaje en el caso de España en los últimos años (Solbes, 2013).



Gráfica 1.1. Evolución de la matrícula de las PAU en materias de ciencias.

Como vemos en la gráfica anterior el número de estudiantes de ciencias ha disminuido en estos últimos años, destacando la asignatura de Física como la que más se ha visto afectada, algo comprensible si se tiene en cuenta que los estudiantes la consideran la materia más difícil del ámbito escolar (Lozano, 2012).

Además, un 17,2% de los estudiantes que cursan la modalidad de Bachillerato Científico, abandonan las Ciencias y la Tecnología al inicio de sus estudios universitarios, prefiriendo cursar titulaciones de Ciencias Sociales y Jurídicas o Artes y Humanidades (Esteve y Solbes, 2017).

1.2 Causas de esta situación

El desinterés hacia los estudios científicos y esta valoración negativa de las ciencias son un fenómeno complejo que es consecuencia de múltiples causas, como la valoración social de la ciencia, los factores de género, la enseñanza

usual de la misma o incluso su consideración en el sistema educativo (Solbes, Montserrat y Furió, 2007).

La visión social que se tiene de las ciencias es sin duda un elemento clave que influye en las actitudes que adquieren los estudiantes hacia la misma. Este hecho ha quedado comprobado en investigaciones como el proyecto ROSE, (Sjøberg y Schreiner, 2006, 2010) sobre las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia y la tecnología, donde se muestra que, en función de los aspectos económicos y culturales de cada país, los estudiantes acaban valorando de un modo distinto la ciencia. Además, señalan que, paradójicamente, es en los países occidentales donde hay un mayor nivel económico y desarrollo científico tecnológico, en donde hay una peor valoración de la misma y un menor deseo de obtener trabajo en un ámbito científico.

Por otro lado, haciendo un breve apunte sobre el tema del género, parece haber una aparente invisibilidad de las científicas en los contenidos enseñados, pues los estudiantes desconocen a las científicas que ayudaron a desarrollar la ciencia actual, lo que puede producir una falta de identificación de las alumnas con la ciencia, conduciendo a actitudes negativas y abandono de los estudios científicos (Solbes, Montserrat y Furió, 2007; Solbes, 2011a), puesto que la evidencia más obvia, aunque completamente errónea, que muchos estudiantes parecen tener, es que el mundo de las ciencias es principalmente masculino.

Algunos autores señalan también como principales causantes del desinterés hacia las ciencias, el hecho de enseñar la ciencia descontextualizada, sin mostrar la importante relación que se establece entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA) (Solbes y Vilches, 2004). De este modo, en muchas ocasiones se olvidan los temas de actualidad en los que tanto interviene la ciencia y no se destaca la utilidad de la misma dándola por sobreentendida. Además, algunas investigaciones evidencian también que los profesores consideran que la ciencia y la tecnología siguen un método lineal preestablecido, y en sus clases olvidan la evolución histórica de la misma ligada a distintas situaciones problemáticas (Ruiz, Martínez y Parga, 2009), la cual rara vez aparece en los libros de texto.

Hay que tener presente, que los libros de texto también tienen una gran responsabilidad en el proceso educativo ya que el profesorado deposita una gran confianza en ellos (AA. VV., 1997). Pero en general, estos materiales

contienen problemas y cuestiones de escaso sentido práctico y que, al no estar relacionados con el entorno del alumnado, les resultan poco atractivos (Vinagre Arias, Mulero y Guerra, 1998). Además, en muy pocas ocasiones apuestan por las innovaciones pedagógicas, ya que las grandes editoriales consideran que de este modo se aseguran la aceptación del profesorado, y por tanto, sus beneficios económicos (Caamaño et al., 2001), lo cual, desgraciadamente, tiene una repercusión negativa en la actitud del alumnado hacia las ciencias.

A los problemas anteriormente mencionados, hay que sumar también que diversas investigaciones (Hernández y Solbes, 1995; Hernández, Solbes y Vilches 2001) ponen de manifiesto que las diferentes leyes educativas LOGSE, LOCE, LOE, no le dan la debida importancia a la enseñanza de las ciencias. Este hecho queda de manifiesto por el nivel de horarios en el que hay una escasa cantidad de horas lectivas de ciencias y por la optatividad de materias como Física y Química, que ya en 4º de la ESO pasan a ser optativas. A este respecto, cabe destacar también que la fragmentación del currículum de ciencias en diversas materias diferenciadas (Física, Química, Biología, etc.) parece influir negativamente en la percepción que tienen los estudiantes de las ciencias a lo largo de la etapa (Speering y Rennie, 1996).

No hay que olvidar tampoco un aspecto crucial del currículum y es que en gran medida tiene como objetivo formar al futuro científico sin tener en cuenta que debería abordar las necesidades de todos los estudiantes, tanto de aquellos que trabajarán en campos vinculados a la ciencia y la tecnología, como de aquellos otros que no lo harán, hecho que también pueden influir negativamente en las actitudes de los estudiantes (Osborne y Dillon, 2008).

1.3 La importancia de la motivación en la ciencia

1.3.1 El papel del profesor

Como hemos visto, muchos son los elementos que pueden afectar negativamente a las percepciones de los estudiantes en relación a las ciencias y que pueden producir el consecuente abandono de los estudios científicos, pero sin duda un elemento clave para resolver esta situación problemática es el papel del profesor.

No resulta sorprendente que distintas investigaciones recalquen la gran influencia que puede tener un profesor entusiasta, alentador y cercano a sus estudiantes para influir y mejorar el interés y la motivación de estos (Fisher y Scott, 2005; Pickens y Eick, 2009; Bryan, Glynn y Kittleson, 2011).

Por desgracia, los profesores no siempre han recibido la formación más adecuada para el desempeño de su puesto de trabajo, lo que en ocasiones hace que carezcan de la autoconfianza y conocimiento necesarios para impartir su materia de una forma adecuada (Solbes et al., 2004; Rocard et al., 2007; Solbes y Gavidia, 2013). Además de estas dificultades del profesorado, distintas investigaciones muestran que raramente utilizan material innovador ni adquieren conocimiento de cómo mejorar su metodología a partir de la investigación en didáctica de las ciencias (Solbes et al., 2013), lo cual a menudo es debido a la mencionada falta de confianza que les limita a la hora de aplicar nuevas metodologías en el aula. También se enfrentan al hecho de que las administraciones educativas no contemplan la investigación educativa como una tarea propia de los maestros y profesores de secundaria por lo que su horario consiste exclusivamente en horas lectivas, guardias y reuniones con algunas reducciones por cargos directivos, tutorías y jefaturas de departamento (Solbes et al., 2004).

Todo esto conduce a que una gran parte del profesorado centre su trabajo fundamentalmente en la transmisión de conocimientos para que sus alumnos aprendan sin tener en cuenta los intereses o las necesidades de los estudiantes, preocuparse por el clima del aula o ver la importancia de los equipos de trabajo, todo lo cual influye negativamente en la actitud de sus alumnos. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la enseñanza carece de sentido sino es en función del aprendizaje, por lo que es importante el paso hacia una perspectiva en la que la preocupación primordial del profesorado, en lugar de por la enseñanza, sea por el aprendizaje del alumnado y por ello tenga en cuenta el papel crucial de la dimensión actitudinal (Gavidia, 2008).

De esta forma, es el profesor quien tiene la posibilidad y realmente, la misión, por no decir el deber, de contextualizar la ciencia, de mostrar el carácter experimental de la misma y exponerla de una forma tal, que no solo resulte llamativa e incluso lúdica, sino que llegue a dejar esa huella de interés en sus

estudiantes que perdure a través del tiempo (Sjøberg y Schreiner, 2010). La tarea del docente no debe limitarse, por tanto, solo a enseñar contenidos científicos, sino que una parte crucial de su misión ha de ser también, la de despertar el interés de sus estudiantes por la ciencia (Goodstein, 1992).

1.3.2 La ciencia como elemento lúdico

Con la finalidad de despertar este interés por la ciencia, diferentes agencias como la Agencia Espacial Europea (ESA), el laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN) y el Observatorio Austral Europeo (ESO) han desarrollado en los últimos años programas de actividades cuyo objetivo es enseñar física de una forma motivadora y atractiva al estudiante (Lozano, 2012). Con este mismo propósito, se han realizado diversas ferias de ciencias como Experimenta y Expociència en la Comunidad Valenciana, que pretenden, por un lado, fomentar la divulgación científica y por otro, promover el que sean los propios estudiantes quienes participen de una forma activa en la ciencia.

El mostrar experimentos interesantes y llamativos de las ciencias también ha sido aprovechado como elemento lúdico en algunos programas televisivos, (El Hormiguero, Órbita Laika...) puesto que no solo tiene un interesante componente de entretenimiento, sino que además resulta un espectáculo atrayente para captar la atención del público, especialmente la de los jóvenes, quienes disfrutan de estas manifestaciones, sin asociarlas a los conocimientos científicos amenazantes del aula, sino como algo realmente interesante a comentar con los amigos, puesto que estas experiencias, son vividas como si de un truco de ilusionismo se tratara, al no conocer los factores físicos que conllevan su resultado.

Y la ciencia, así transformada en “magia” por el desconocimiento, es capaz de captar la atención, de cautivar, abriendo una puerta al querer saber, a descubrir que ha provocado ese resultado, que despertará tanto la curiosidad por el descubrimiento en sí mismo como el interés por querer saber más, dejando una huella indeleble en el conocimiento que acabará transformada en una actitud frente a la vida y frente a la ciencia. Por eso, todo ello nos lleva a hacernos una pregunta: ¿Qué pasaría si este sentimiento de diversión, de curiosidad se pudiera llevar al aula?

Por tanto, y en vista del gran efecto positivo que en apariencia tiene esta metodología recreativa, cabe pues que nos planteemos una serie de cuestiones de investigación en relación a la misma y a su aplicación en las clases:

1.- ¿En qué situación se encuentran las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias? ¿Se está haciendo uso de los elementos recreativos como juegos, juguetes o experiencias lúdicas en las clases de ciencias? ¿Incorporan los libros de texto estos elementos? ¿Hasta qué punto son conocidos o utilizados por los profesores?

2.- ¿Es posible diseñar una propuesta didáctica de actividades basada en el uso de estos elementos recreativos que motive a los estudiantes hacia las ciencias a la vez que permita alcanzar un aprendizaje significativo de los contenidos?

2. Formulación y fundamentación de las hipótesis

Como se ha visto en la introducción y en el primer capítulo, el objetivo de esta investigación es el estudio de las actitudes del alumnado hacia la ciencia escolar asociadas al uso que se hace de la ciencia recreativa, por lo que se estudiará su utilidad para mejorar actitudes y lograr un aprendizaje significativo.

2.1 Formulación de la primera hipótesis

Teniendo en cuenta los problemas mencionados en el capítulo 1, la hipótesis asociada a estos, se formula en los siguientes términos:

El escaso uso de elementos recreativos en el aula, como juegos, juguetes y experiencias lúdicas a lo largo de la educación secundaria, puede contribuir al desarrollo de actitudes negativas hacia las ciencias.

Además, en relación a esta hipótesis en la que se estudian las actitudes de los estudiantes, tendremos también en cuenta las posibles diferencias de género que puedan hallarse entre las actitudes de chicos y chicas.

2.2 Consideraciones previas

Antes de abordar el problema de las actitudes de los estudiantes y del uso posible de la ciencia recreativa en las clases, conviene establecer a qué nos estamos refiriendo cuando utilizamos los términos de ciencia recreativa o bien de elementos recreativos aplicados a la ciencia.

2.2.1 ¿Qué se entiende por ciencia recreativa?

La ciencia recreativa es el conjunto de actividades científicas destinadas a mostrar aspectos curiosos, divertidos y espectaculares o llamativos de la ciencia, por medio de elementos recreativos tales como juegos, juguetes o experiencias demostrativas de carácter lúdico.

Es importante destacar que el objetivo de estos elementos recreativos en las clases de ciencias no solo va asociado a experiencias agradables, mientras se realizan actividades científicas, sino que también se refiere al hecho de volver a crear (“re-crear”) la ciencia por medio de estas actividades (García-Molina, 2011). De este modo, las actividades de ciencia recreativa son en general manipulativas, lo cual favorece el aprendizaje científico-tecnológico (Costa y Dorrio, 2010). Y, además, se caracterizan por tratar temas que, generalmente están relacionados con fenómenos cotidianos y de igual modo, por utilizar materiales que suelen ser fácilmente accesibles y de bajo coste (globos, botellas, latas, vasos, palillos, folios, etc).

2.3 Fundamentación de la primera hipótesis

2.3.1 La ciencia recreativa como elemento motivador

Las experiencias son una parte crucial de la ciencia ya que esta misma está basada en los hallazgos que se han realizado experimentalmente. Esta idea, destacada por R.W. Pohl, pionero del estado sólido y famoso físico alemán, fue reafirmada por sus demostraciones en las clases de ciencias, siendo un modo de describir la importancia que deben tener los experimentos en la enseñanza (Vollmer y Möllmann, 2012).

Quizá esta idea de mostrar el carácter experimental y también lúdico e interesante de la ciencia es lo que ha llevado a que, desde finales del siglo XVIII, aparezcan multitud de textos que proponen actividades de esta índole (Nollet, 1770; Ozanam, 1778; Herpin, 1824; Julia de Fontenelle, 1826; Lasso de la Vega, 1835), proponiendo problemas divertidos y agradables, recreaciones físicas, entretenimientos matemáticos y filosóficos y química divertida, entre otros.

En este sentido, podemos destacar algunos de los comentarios con los que se introducen actividades lúdicas en diversos libros que datan desde principios del siglo XIX, y que están directamente asociados con el concepto de la ciencia recreativa:

[...] esta ciencia se ha hecho un objeto de recreo; a cada momento se puede hacer una aplicación exacta y divertida de sus principios que tiene como embebido el espíritu.

Para realizar este plan he elegido solamente aquellos experimentos que pueden ejecutarse con facilidad y sin el menor peligro, en un gabinete; y cuya demostración no exige ni aparatos costosos ni instrumentos complicados. Y aunque estos experimentos valdrían ya mucho en el mero hecho de servir de distracción en los momentos de recreo, no me he querido limitar a esto solo y por consiguiente he añadido la explicación de cada uno de ellos, a fin de habilitar al operador en la contemplación de los fenómenos químicos, de modo que pueda sacar partido de sus observaciones, y que considere esta parte como un objeto particular de estudio, si su inclinación le lleva a ello. Muchos años de práctica como catedrático, y la gran costumbre de reflexionar sobre las dificultades que retardan, en general, los progresos de los que se dedican al estudio de la química, me han convencido que cuando estos ejecutan por sí mismos las operaciones que presentan los resultados más inesperados y las apariencias más placenteras, fijan mucho más su atención en estos fenómenos que quedan también más firmemente grabados en su memoria que cuando asisten a las cátedras públicas en que escuchan una serie de preceptos puramente teóricos, o solo ven demostraciones demasiado rápidas, no pudiendo ser de otro modo en un curso público (Accum, 1836).

Aun las personas acomodadas y opulentas encontrarán aquí un pasatiempo útil y divertido que amenizará sus largas horas de ocio, y los pondrá en disposición de figurar noblemente en los círculos científicos, artísticos e industriales, favoreciendo con su valimiento y caudales a esos genios, generalmente pobres, que sirven de instrumento a la Providencia para proporcionarnos los elementos que el estado y desarrollo de la humanidad va necesitando. [...] Sin embargo, no se nos ha ocultado que los hombres, sea cualquiera la edad y posición social de cada uno, sentimos comúnmente cierto despegue, y alguna vez antipatía, a los estudios laboriosos, serios, y complicados, y he ahí por qué hemos procurado el destruir este obstáculo, redactando el presente Manual de química divertida, el cual, haciendo ameno y delicioso este estudio vencerá nuestra pereza y repugnancia por los encantos que encierran sus reducidas páginas, cuyo conjunto ha sido formado de lo más precioso que hemos encontrado en las mejores obras químicas nacionales y extranjeras, pues todas nos han suministrado los principios elementales y las aplicaciones divertidas que publicamos con el doble objeto de aumentar los partidarios de esta ciencia [...] (Vélez de Paredes, 1870).

[...] un curso completo de Física sin aparato alguno, donde se estudiarán diferentes fenómenos de la gravedad, del calor, de la óptica y de la electricidad,

y esto solo con unos vasos y botellas de mesa, una barra de lacre y otros objetos insignificantes que todo el mundo puede hallar a la mano. Una serie de experimentos de Química ejecutados con unas cuantas redomas y productos poco costosos completan esta sección del libro relativa a las ciencias físicas y naturales. [...] La ciencia, bien comprendida, no solo aprovecha para la satisfacción de las necesidades de la vida, sino que además puede servir también de tema o asunto para procurarse diversos entretenimientos o pasatiempos sumamente agradables (Tissandier, 1884).

Utile dulci, decía Horacio. Instruir deleitando, decimos los modernos. Tal es la divisa que nos ha guiado al decidirnos a dar al público la versión castellana de las agradables experiencias de física y de mecánica que Arthur Good, bajo el seudónimo de Tom Tit, ha publicado en L'illustration (Tit, 1897). [...] Dos objetos diversos puede proponerse al lector benévolo al estudiar esta obra, o mejor dicho, a dos categorías diferentes de lectores puede interesar este libro. A los que pretenden iniciarse en los estudios de las ciencias físico-mecánicas, que después de esta preparación perderán su aridez e invitarán a penetrar sus verdades pródigas en prácticas y más trascendentales aplicaciones, y en segundo lugar a aquellos que buscan honesto recreo. [...] Cuantas combinaciones y experiencias se dan a conocer en este tomo pueden realizarse con utensilios ordinarios, fáciles de hallar a mano en todas las casas, y el autor, profesor eminente en una de las escuelas municipales de física de París, no olvidando, ni por un momento, la utilidad de sus populares y agradables lecciones, acompaña cada experimento de la explicación científica del mismo, indicando las leyes o fenómenos en que se funda (Tit 1892).

Frivolidades, experimentos vistosos, curiosidades, paradojas, entretenimientos, correrías por diversos campos científicos, bordeándolos mejor que atravesándolos y no deteniéndose en ninguno [...] Nadie busque en él [este libro] la exposición de ideas trascendentales o la resolución de problemas de actualidad palpante. No se escribió con tal fin. [...] Frivolidades, nimiedades, insignificancias, entretenimientos de sobremesa acaso poco merecedores de atraer la atención de las personas mayores; pero dejad que los niños se aficionen a este libro, pues las frivolidades a veces han despertado latente inteligencia y han revelado insospechadas aptitudes y vocaciones (Estalella, 1918).

El juego y la experimentación gratuita y entusiasta continúan siendo la mejor manera de iniciarse (en las ciencias experimentales). [...] Es de la cotidianidad de donde se debería de derivar siempre los motivos de estudio de las ciencias y a

partir de donde habría que estimular la curiosidad por el conocimiento científico. [...] En este libro se pretende recoger un abanico de actividades y temas sugestivos, fáciles de hacer y al alcance de todos. Son experimentos que no requieren utillaje especial, solamente material casero: cucharas, vasos, tijeras y cinta métrica, por ejemplo (Cuello y Vidal, 1990).

Como podemos apreciar en los textos anteriores se destacan varias de las características básicas de la ciencia recreativa, la sencillez de las experiencias y materiales utilizados, la posibilidad de reproducir la experiencia por parte de los lectores y sobre todo el propósito educativo de enseñar deleitando.

La ciencia recreativa además de encontrarla en los libros de texto, también ha estado históricamente ligada a los espectáculos de magia, sobre todo en el siglo XIX. Aunque ya había una relación entre ciencia y magia al incorporarse en el siglo XVI los juegos matemáticos a los espectáculos de magia y adaptándose posteriormente en el siglo XVII muchos de los avances científicos a tales espectáculos, es en el siglo XIX cuando más estrecha se hizo esta relación entre magia y ciencia (Amieva, 2011).

Algunos magos del siglo XIX se consideraban a sí mismos como científicos, pues destacaban el contenido científico en sus espectáculos al presentar los desarrollos tecnológicos de la época (Lachapelle, 2008). Estos experimentos científicos o demostraciones curiosas sirvieron para divulgar la ciencia entre la sociedad, sobre todo en la segunda mitad del siglo XIX, cuando la física recreativa se convirtió en una parte importante de los espectáculos de magia (Lachapelle, 2009). No obstante, a finales del siglo XIX se produjo un distanciamiento entre la ciencia y la magia, el cual, en cierta forma se redujo en el siglo XX al surgir magos que realizaban sus ilusiones por medio de aplicaciones científicas y tecnológicas (Amieva, 2011).

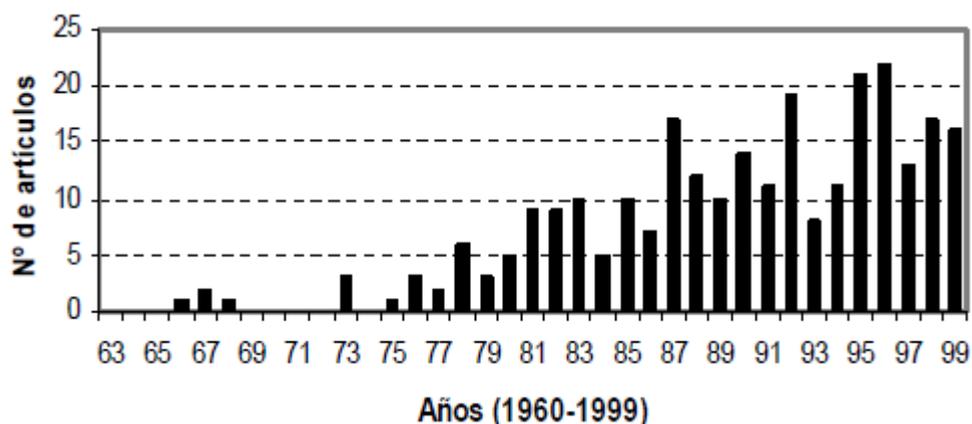
A principios del siglo XX desaparece gran parte del género literario asociado a la ciencia recreativa, probablemente porque se considera que las revoluciones científicas que se están produciendo ya tienen suficiente atractivo intrínseco (Solbes, Lozano y García-Molina, 2008). De modo, que es a partir de mediados del siglo XX, en las décadas de 1960 y 1970 cuando se editan numerosos libros que abordan el tema de la ciencia recreativa. De este modo, la palabra “recreativa” aparece en títulos como Física recreativa (Perelman, 1971; Mandel,

1976), Electrónica recreativa (Reuen, 1969), Química recreativa (Mullin, 1963), Geoquímica recreativa (Fersman, 1973). Además, en todos ellos aparecen expresiones de elogio hacia esta herramienta didáctica: “los fantásticos experimentos que se describen, pueden servir de magníficas y animadas ilustraciones para la enseñanza... el objetivo es estimular la fantasía científica, enseñar al lector a pensar en la esencia de la ciencia” (Perelman, 1971).

Posteriormente, en la década de 1980 distintas revistas científicas ensalzan el uso de juegos como una herramienta para enseñar ciencia sobre todo a los alumnos de menor edad, ya sea como actividades motivadoras o como medio para captar la atención y facilitar la comprensión de conceptos científicos (Brandli, 1980; Srinivasan, 1981). Además, es al inicio de esta década cuando Levinstein (1982) publica un extenso artículo en el que describe sus experiencias al impartir un curso específico de física usando diversos juguetes como herramienta principal e hilo conductor y fomentando, por tanto, el uso de la ciencia recreativa.

En la década de 1990, Taylor et al. (1990) en vista de las actitudes negativas de los estudiantes hacia las ciencias, proponen un programa de formación del profesorado basado en el uso de juguetes. A consecuencia de estos cursos y como material complementario surgen una serie de libros en los que se presentan numerosas actividades de ciencias basadas en juguetes (Sarquis, Sarquis y Williams, 1995; Taylor, Poth y Portman, 1995; Sarquis, 1996; Sarquis et al., 1997; Taylor, 1998).

Así pues, en las últimas décadas el interés por los elementos recreativos, como es el uso de juguetes, ha ido en aumento tal y como podemos ver en la siguiente gráfica en la que se muestra el número de artículos referidos a juguetes publicados por la revista *The Physics Teacher* entre los años 1963 y 1998 (McCullough y McCullough 2001).



Gráfica 2. 1. Relación de artículos publicados en la revista *The Physics Teacher* en las últimas décadas del s. XX.

Estos autores proponen que la utilización de juguetes en las clases presenta una serie de ventajas frente a otros materiales más convencionales, como el hecho de que son baratos, se pueden conseguir con facilidad y los estudiantes se ilusionan al trabajar con juguetes que reconocen, evitando así, el miedo a enfrentarse con dispositivos de alta tecnología. Además, son capaces de relacionar estos juguetes con su vida cotidiana, facilitando la conexión entre el aprendizaje de la física y las aplicaciones habituales en su día a día.

También destacan multitud de publicaciones sobre la ciencia recreativa, como la sección *Enseñando con puzles, juegos y objetos cotidianos* incluida en los meses de abril desde 2002 en el *Journal of Chemical Education*, los artículos recopilatorios de juguetes y física (Featonby, 2005; Güémez, Fiolhais y Fiolhais, 2010; Häusermann, 2011) y multitud de artículos publicados en España (García-Molina, 2003a, 2003b, 2003c, 2005, 2006, 2011, 2013; López García, 2004; Ferrer y Cros, 2004; Martínez-Moreno et al., 2004; Varela y Martínez, 2004; Lozano, García-Molina y Solbes 2007). Además, tampoco hay que olvidar la gran cantidad de páginas web que abordan el uso de juegos, juguetes o experiencias vistosas como grandes herramientas a incorporar en las clases de ciencias (Solbes, Lozano y García-Molina, 2008).

Como ya se comentó previamente, actualmente la ciencia recreativa también se utiliza en multitud de ferias de ciencia en las que en muchas ocasiones se

realizan experimentos interesantes y sorprendentes a partir de materiales caseros o fáciles de conseguir. Además, como en ellas participan con experimentos multitud de estudiantes, estas actividades prácticas alcanzan un elevado poder motivador para la enseñanza, pues quienes ponen en práctica estos experimentos lúdicos, han de conocer los conceptos y teorías asociados para poder explicar su funcionamiento al público (García-Molina, 2011).

El uso de esta herramienta para las clases de ciencias también se promueve entre el profesorado a través de distintos foros en los que se reúnen los docentes, tales como *Science on Stage* a nivel europeo, o *Ciencia en Acción* en España, en los que se intercambian propuestas para mejorar la actividad docente y en los que se realizan multitud de actividades prácticas que combinan los aspectos lúdicos y formativos (García-Molina, 2011).

No obstante, y a pesar de las múltiples investigaciones que buscan motivar hacia las ciencias mediante la ciencia recreativa, su aplicación en el aula parece distar mucho de lo deseable (Lozano 2006, 2012; Solbes, Lozano, García-Molina, 2008, 2009). En las investigaciones anteriores se han analizado las percepciones de profesores y estudiantes, en relación a esta herramienta didáctica, comprobando cómo ambos colectivos reconocen el escaso uso de este tipo de actividades, a pesar de que consideran que sería interesante aplicarla en las clases de ciencias.

De igual modo, las investigaciones anteriores concluyen que los libros de texto de Física y Química y Tecnología de 3º y 4º de la ESO además de contener muy pocas referencias de ciencia recreativa, cometen graves errores a la hora de introducirla en sus textos. De este modo, destacan que la mayoría de referencias encontradas se encuentran en algunos temas concretos, siendo escasas en otros muchos. Además, gran parte de estas referencias aparecen meramente de forma “decorativa”, sin pretender que tengan un valor educativo real.

Por otro lado, cabe destacar también las críticas de algunos profesionales de la enseñanza quienes consideran que este tipo de experiencias asociadas a aspectos recreativos o llamativos realmente no son experimentos de verdad y por tanto, solo tienen cabida en ambientes con escasos medios económicos ya que en general las experiencias de ciencia recreativa suelen utilizar materiales fáciles de conseguir. La razón de este tipo de críticas se basa en que opinan que

asociar la ciencia a jugar parece ir en contra de la formalidad científica (Vollmer y Möllmann, 2012). No obstante, cualquier juego o actividad lúdica que permita aprender a la vez que se motiva a los estudiantes no debe ser mal visto y su aplicación didáctica no solo es justificable sino también recomendable y más teniendo en cuenta que autores como Kaya y Böyük (2011) señalan que el hecho de que las clases de ciencias se centren fundamentalmente en los aspectos teóricos influye en las actitudes de los estudiantes hacia las clases de un modo negativo.

Por todo esto, es razonable plantearse la hipótesis de que la ciencia recreativa aún hoy en día no es suficientemente tenida en cuenta en las clases de ciencias, algo que puede contribuir de forma negativa a las actitudes de los estudiantes, quienes pueden llegar a considerar la ciencia como una materia teórica, aburrida y sin interés.

2.3.2 Actitudes de chicos y chicas hacia la ciencia

Un reconocido fenómeno de hoy en día es la existencia de un menor número de mujeres respecto al de hombres que optan por estudiar cursos de física, matemáticas y tecnología o bien en tener una profesión vinculada a estos ámbitos (Lawrenz et al., 2009; Kost, Pollock y Finkelstein, 2009). Los estudios parecen sugerir que hombres y mujeres tienen una actitud distinta hacia la comprensión de la física y las matemáticas lo que implicaría una menor probabilidad de que las chicas optaran por estudiar la rama de física en la escuela secundaria obligatoria o incluso que desarrollasen una actitud positiva hacia la misma (Marusic y Slisko, 2012a). Así pues, a la hora de considerar las actitudes del alumnado, el sexo será un factor crucial a tener en cuenta, ya que los intereses de chicos y chicas pueden ser bien distintos (Fensham, 2004).

Algunas investigaciones (Sadker y Sadker, 1994, Peterson, Puhl y Luedicke, 2012) muestran que las diferentes actitudes entre chicos y chicas pueden estar influidas por las diferentes expectativas del profesorado con respecto a las capacidades y posibilidades de su alumnado. Así, (Sadker y Sadker, 1994) consideran que se tiende a valorar más la importancia de la formación técnica para los chicos que para las chicas y a explicar el éxito por la inteligencia en el caso de los niños y por la tenacidad en el caso de las niñas. Otras investigaciones

hablan también de la “vulnerabilidad al estereotipo” (Bain, 2005) en las que se establece como estereotipo social que las chicas tienen peores habilidades para los estudios de Matemáticas o Física. Así se producen efectos psicológicos como ansiedad y baja autoestima y la profecía acaba cumpliéndose (Solbes, Montserrat y Furió, 2007).

Además, tampoco hay que olvidar como ya se comentó previamente que los estudiantes desconocen las científicas que ha habido a lo largo de la historia (Solbes, Montserrat y Furió, 2007; Solbes, 2011a), algo que en especial para las chicas es contraproducente, ya que se da una visión de las ciencias como un ámbito puramente masculino, haciendo por tanto, que puedan desarrollar actitudes más negativas que los chicos hacia las ciencias.

Atendiendo a las distintas actitudes entre chicos y chicas, algunos estudios también aportan matices específicos sobre estas diferencias de género. Así, Murphy y Beggs (2003) atribuyen a las chicas actitudes hacia la ciencia más positivas que los chicos en primaria y al comienzo de la educación secundaria. Otros autores (Speering y Rennie, 1996; Baird y Penna, 1997) sugieren que el descenso de las actitudes de las chicas en secundaria podría ser mayor que el de los chicos, sobre todo en física.

En este sentido, Carlone (2004), comenta que las chicas en las clases de física de la escuela secundaria están más preocupadas por mantener sus identidades como estudiantes que por participar en las actividades de física. Ella cree que las chicas no están involucradas en conocer la auténtica naturaleza de la física como una disciplina, sino que están más concentradas en su propio progreso, considerando la física como un medio para lograr un cierto nivel de educación o como un prerrequisito para entrar en la universidad.

También, algunos autores como Zeldin y Pajares (2000) señalan que el modo teórico de trabajar en las habituales clases de física conlleva una falta de interacción social y de trabajo autónomo de los estudiantes, lo que puede provocar en el caso de las chicas un déficit de la autoeficacia, es decir, de la fuerza con la que se creen capaces de realizar tareas en esta materia. Todo lo anterior va en detrimento, por tanto, del número de chicas que se vinculan al campo de las ciencias.

De este modo, aunque en general las chicas muestran menos interés que los chicos hacia aspectos vinculados a la física y química, sí que están interesadas en algunos fenómenos naturales (tiempo, arco iris, eclipses, etc.), en la física presentada dentro de un contexto biológico o médico y, en cierta medida, también por la óptica y la astronomía. Las chicas se interesan también por explorar las implicaciones sociales de la física y los ejemplos relacionados con su experiencia personal, así como la historia humana y filosófica de la ciencia (Vázquez y Manassero, 2008). En este mismo sentido apuntan también los resultados del proyecto ROSE (Sjøberg y Schreiner, 2010) sobre las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia y la tecnología, ya que han observado que, en concreto los chicos, se sienten más interesados hacia los aspectos técnicos, mecánicos, eléctricos, espectaculares, violentos, explosivos; mientras que las chicas en cambio, prefieren los relacionados con la salud y la medicina, la belleza y el cuerpo humano, la estética, entre otros.

Así pues, en vista de las investigaciones anteriores, cabe plantearse que a lo largo de la secundaria habrá diferencias en los intereses entre chicos y chicas y por tanto, en el estudio de las actitudes del alumnado de secundaria, el factor de género será un elemento a tener en cuenta.

2.4 Formulación de la segunda hipótesis

Previamente, ya comentamos que uno de los factores que influye en el deterioro actitudinal es el escaso uso que se realiza de elementos recreativos como juegos, juguetes y experiencias lúdicas. Cabe pues, que nos planteemos ahora, qué efecto podría tener la dinámica de aplicar la ciencia recreativa como una herramienta básica para las clases de ciencias.

Por ello, nuestra segunda hipótesis de trabajo es que es posible superar estas actitudes negativas e incluso favorecer aquellas ya positivas, que se desarrollan hacia las ciencias por medio de la herramienta de la ciencia recreativa, puesto que esta acerca a los estudiantes a la investigación desde un punto de vista que resulta interesante, lúdico y atrayente para el alumnado.

También consideramos que un efecto positivo en las actitudes de los estudiantes, unido a una forma de trabajo altamente experimental que

promueva la investigación del alumnado, favorecerá el que estos adquieran un aprendizaje significativo de la materia, resultando por tanto efectiva la ciencia recreativa tanto desde un punto de vista actitudinal, como para consolidar el aprendizaje.

Por tanto, la segunda hipótesis de trabajo que plantearemos, será la siguiente:

La ciencia recreativa es una herramienta que favorece el desarrollo de actitudes positivas hacia las ciencias a la vez que facilita la adquisición de un aprendizaje significativo de la materia.

Además, para poder abordar el estudio de esta hipótesis de una forma más analítica y metódica, la desglosamos en las siguientes subhipótesis:

-La ciencia recreativa favorece la adquisición de actitudes positivas hacia las ciencias.

-La ciencia recreativa facilita la adquisición de un aprendizaje significativo de la materia.

2.5 Fundamentación de la segunda hipótesis

2.5.1 La ciencia recreativa para motivar y fomentar el aprendizaje significativo

La comprensión del mundo actual y la superación con éxito de los retos del siglo XXI vienen caracterizadas por la necesidad de que todos los estudiantes alcancen una serie de conocimientos, habilidades y actitudes básicas.

Es en este sentido que la enseñanza desempeña un papel crucial en el éxito de estos objetivos, al obtenerse resultados muy distintos en función de cómo se lleve a cabo (Kotul'áková y Orolínová, 2013).

Y por esta razón es necesario investigar sobre qué herramientas y metodología pueden permitir que este proceso de enseñanza-aprendizaje mejore y sea lo más efectivo posible.

En este sentido, la búsqueda de una mejora de la motivación y las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias, se convierte en un punto clave a tener en

cuenta ya que en muchas ocasiones las actividades académicas han de competir con otras que, inicialmente, pueden parecer mucho más atractivas a los estudiantes. La utilización, pues, de la ciencia recreativa como herramienta didáctica puede tener una gran efectividad, dado el amplio margen de aplicación ya que es posible utilizarla bien sea en la introducción de un nuevo tema para destacar aspectos interesantes del mismo, o bien para profundizar en los fenómenos que se están estudiando y alcanzar una buena comprensión de los mismos. Además, este tipo de actividades lúdicas en las que destaca la diversión fomentan el deseo de los estudiantes por repetir las y presentarlas a sus amigos y familiares, contribuyendo de este modo al refuerzo de su propia autoestima si las realizan adecuadamente (Vollmer y Möllmann, 2012).

Este gran valor que los estudiantes atribuyen a la ciencia recreativa es algo que ya ha quedado expuesto en distintas investigaciones (Lozano, 2012; Marusic y Slisko, 2012b; Robles et al., 2015) que afirman que su utilización en el aula es una posible herramienta para combatir las actitudes negativas de los estudiantes hacia la ciencia escolar.

Así pues, la utilización de experiencias recreativas en las clases de física con una posterior discusión de las mismas, ha permitido comprobar como aumentaba significativamente el número de estudiantes interesados en carreras de ciencias, lo cual se evidenciaba no solo en el caso de los chicos, sino que este incremento del interés hacia las ciencias y el deseo de estudiar carreras en este ámbito, se manifestaba en ambos sexos (Marusic y Slisko, 2012 b).

Además de los experimentos, el uso de juegos y juguetes también conlleva efectos positivos en las actitudes de los estudiantes pues además de mejorar su motivación, pueden ser útiles para fomentar su curiosidad sobre los principios físicos y relacionarlos con la vida cotidiana (McCullough y McCullough, 2001; Wagner y Wernbacher, 2013). Resulta destacable también que, el uso de juguetes produce efectos positivos en la participación de las chicas, que pasan de un 10-25% de participación inicial a un 40-45% tras la implementación de los mismos, todo lo cual unido a su fácil disponibilidad los convierte en una herramienta excelente (McCullough y McCullough, 2001).

Por tanto, el hecho de que la ciencia recreativa permita mejorar el aprendizaje de procedimientos y actitudes científicas es un logro evidente que se manifiesta

tanto en las opiniones de los estudiantes como del profesorado que la utiliza (Matos Delgado et al. 1999). No obstante, su contribución no se limita solo a la parte actitudinal sino que se destacan otros efectos positivos como la mejora de competencias argumentativas en el alumnado (Lozano, 2012). La utilización de experiencias lúdicas en clases de ciencias con una posterior discusión de las mismas es una herramienta muy útil que favorece la argumentación, sobre todo si los resultados del experimento no son los esperados y, por tanto, llevan a que los estudiantes se cuestionen sus propias concepciones sobre la materia.

Además, este método de trabajo experimental permite que los estudiantes aprendan a utilizar los conceptos que adquieren de la materia en lugar de limitarse a memorizarlos, mejorando así sus habilidades de comprensión de los mismos y permitiendo aplicarlos en la vida diaria, todo a la vez que adquieren actitudes positivas hacia las clases de ciencia (Staeck, 1995; Algan, 1999).

Es importante tener en cuenta que las actividades que se hagan en la clase deben ser planeadas, organizadas e implementadas de un modo que favorezcan la adquisición de actitudes positivas hacia la materia (Pintrich y Schunk, 1996) pues estas están directamente relacionadas con el éxito académico (Kaya y Böyük, 2011). Por tanto, es razonable considerar que al hacer que la ciencia resulte interesante y divertida para los estudiantes, se producirá también una mejora significativa en el aprendizaje que estos alcancen (Matos Delgado et al., 1999).

2.5.2 Aprendizaje por indagación

La terminología asociada a la enseñanza de las ciencias por indagación, ha ido evolucionando a lo largo de los años y aunque siguen habiendo distintas formas de referirse a esta, una de las más comunes, utilizada tanto en EEUU como en la Unión Europea cuando se consideran las ciencias experimentales, es la de IBSE (Inquiry-Based Science Education), es decir, Educación de las Ciencias Basado en la Indagación. En España también se ha utilizado la terminología de investigación dirigida (Gil, 1993), de investigación escolar (Cañal, 2005) y más recientemente de indagación (Simarro-Rodríguez y Couso, 2013; Martínez-Chico, López-Gay y Jiménez-Liso, 2014; Martínez-Chico, Jiménez-Liso y López-Gay, 2015).

De igual modo, para Matemáticas, también se encuentra un modelo de indagación conocido PBL (Problem-Based Learning), Aprendizaje Basado en Problemas. Puesto que en matemáticas es más complicado el uso de experimentos, en esta materia se fomenta un aprendizaje basado en problemas ante los cuales los estudiantes tienen que investigar, plantear hipótesis y evaluar opciones entre otros, para encontrar la solución de los mismos (Rocard et al., 2007).

Así pues, actualmente hay un consenso general de que las técnicas de enseñanza de la ciencia por indagación que incorporan la investigación activa de los estudiantes y la experimentación, son necesarias para crear una adecuada motivación hacia las ciencias (Osborne y Dillon, 2008). Además, desde finales del siglo XX hasta la actualidad, en Estados Unidos, el término indagación es sinónimo de una buena enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Anderson, 2002).

La indagación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias es una metodología que se aproxima a la forma en que trabajan los científicos, es decir, la forma en que la ciencia y los científicos estudian la naturaleza y proponen explicaciones basadas en evidencias a partir de su trabajo (Rabadán Vergara, 2012). De este modo, la indagación se refiere a actividades de aprendizaje de los estudiantes mediante las que desarrollan contenidos y conocimientos de los conceptos y teorías científicas, además de conocimientos y estrategias de cómo los científicos estudian la naturaleza. El aprendizaje por indagación es un proceso en el que los estudiantes hacen, no siendo algo que les es dado hecho (NSES, 1996). Indagación supone desarrollo de destrezas, habilidades mediante actividad, pero poniendo especial el objetivo en la búsqueda activa de conocimiento y comprensión científica (Rabadán Vergara, 2012).

En este sentido, la indagación debe entenderse como un proceso intencionado de diagnóstico de problemas, crítica de experimentos, distinción de alternativas, planteamiento de investigaciones, realización de conjeturas, búsqueda de información, construcción de modelos, debate con los compañeros y formación de argumentos coherentes (Linn, Davis y Bell, 2004). Además, aparte del beneficio motivacional, el aprendizaje por indagación junto a sus procesos asociados, conlleva aprendizaje de conocimientos y conceptos de la materia,

pudiendo resultar más efectiva esta técnica de enseñanza que otras formas de instrucción (Furtak et al. 2012). De este modo, la enseñanza basada en el IBSE al combinar la investigación, experimentación, aprendizaje científico, razonamiento basado en datos obtenidos y debate de los resultados permite que los estudiantes alcancen una comprensión de los fenómenos estudiados a la vez que potencia su curiosidad, creatividad y pensamiento crítico. La experimentación, junto a la indagación es un gran método para el proceso de enseñanza-aprendizaje ya que estimula a los alumnos a comprender la propia naturaleza de la ciencia (Jasmin y Van den Berg, 2010).

Además, este modelo puede aplicarse perfectamente tanto a los estudiantes de secundaria como a los de etapas inferiores, permitiendo aprovechar la curiosidad inicial que los estudiantes presentan hacia las ciencias. No hay que olvidar tampoco, que los métodos basados en la indagación proporcionan una amplia gama de oportunidades para desarrollar distintas habilidades como el trabajo en equipo, la expresión oral y escrita, experiencia en resolución de problemas abiertos entre otras habilidades (Rocard et al., 2007).

Actualmente destacan dos iniciativas muy importantes a nivel europeo que hacen uso del IBSE tratando de promoverlo entre el profesorado. Así, se encuentra el proyecto Pollen que opera en 12 ciudades de 12 países europeos y el proyecto Sinus-Transfer centrado por ahora en Alemania. Entre las principales acciones de ambas iniciativas destaca la formación, apoyo y motivación del profesorado proporcionándoles materiales pedagógicos, aunque respetando también su independencia y a la vez promoviendo las relaciones entre estudiantes, profesores, padres, científicos e ingenieros entre otros (Pollen, 2009 y Sinus Bavaria, 2010).

En España el referente más próximo a la indagación, es el modelo de enseñanza y aprendizaje como investigación (Gil, 1993; Cañal, 2006). La idea central del modelo de enseñanza y aprendizaje de las ciencias como investigación consiste en el tratamiento de situaciones problemáticas abiertas de interés, a través de las cuales los estudiantes pueden participar en la construcción de conocimientos.

Según el modelo propuesto por Gil, esto puede lograrse mediante una investigación dirigida, en dominios perfectamente conocidos por el profesor y

en la que los resultados obtenidos por los estudiantes, pueden ser reforzados, matizados o puestos en cuestión por los obtenidos por los científicos que les han precedido. Se trata de poner a los estudiantes en una situación por la que los científicos pasan durante su formación y durante la que podrán familiarizarse con lo que es el trabajo científico y sus resultados, realizando, para ello, investigaciones sencillas, ya realizadas por otros y abordando problemas de carácter abierto. Un trabajo de investigación en el que constantemente se cotejan los resultados de los distintos equipos de trabajo (Gil, 1993).

En cuanto al planteamiento instruccional de la investigación dirigida se contemplan los siguientes aspectos: se parte de situaciones problemáticas abiertas reflexionando sobre el posible interés para los estudiantes; se crea una actitud positiva y un clima de trabajo distendido respetando las diferentes opiniones e intereses de los estudiantes; se plantea un análisis cualitativo y significativo teniendo en cuenta las variables dependientes; se contempla la emisión de hipótesis atendiendo a las preconcepciones y modelos mentales de los estudiantes; se plantea el contraste de las hipótesis incluyendo la elaboración de estrategias y, en su caso, el diseño y desarrollo experimental; se analizan los resultados a la luz del cuerpo de conocimiento disponible y adecuado al nivel de los estudiantes; se consideran otras implicaciones como las de ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente. Posteriormente, se comunican los resultados mediante la realización de memorias, prestando atención al desarrollo de la competencia en comunicación lingüística, escrita y oral, y en todo el proceso se potencia la dimensión colectiva del trabajo (Gil, 1993).

Por otro lado, Cañal, Pozuelos y Travé, (2005) proponen el modelo de la investigación escolar definiéndola como “estrategia de enseñanza en la que, partiendo de la tendencia y capacidad investigadora innata de todos los niños y niñas, el docente orienta la dinámica del aula hacia la exploración y reflexión conjunta en torno a las preguntas que los escolares se plantean sobre los componentes y los fenómenos característicos de los sistemas sicionaturales de su entorno. Para ello, seleccionan conjuntamente problemas percibidos como tales por el alumnado y diseñan, entre todos, planes de actuación que puedan proporcionar los datos necesarios para la construcción colaborativa de soluciones a los interrogantes abordados, de manera que se satisfaga el deseo

de saber y de comprender de los escolares y, al mismo tiempo se avance en el logro de los objetivos curriculares prioritarios”.

Algunos autores también consideran que es posible diferenciar diferentes niveles en la indagación. Así, para Windschitl (2003) el más bajo serían las experiencias de confirmación, en las que los estudiantes verifican principios científicos conocidos por ellos y siguiendo un procedimiento diseñado por el profesor. El siguiente nivel sería la indagación estructurada, en la que el profesor presenta una pregunta cuya respuesta es desconocida para los estudiantes, pero se les proporciona un procedimiento a seguir para completar la investigación. En cambio, en la indagación guiada, los profesores proporcionan a los estudiantes un problema para investigar, pero los métodos para resolverlo se dejan en manos de los estudiantes. Por último, en la indagación abierta los estudiantes plantean sus propias preguntas y diseñan sus propias investigaciones.

En cuanto al nivel adecuado de aplicación en el aula hay que tener en cuenta el nivel de desarrollo de habilidades y competencias del alumnado. De esta forma mientras en los estadios iniciales, los enfoques estructurados resultan más eficaces que los guiados y que los abiertos (Kirschner, Sweller y Clark, 2006). Estos últimos habría que aplicarlos cuando los estudiantes gozan ya de un cierto grado de conocimientos (saber y saber hacer) (Gil Quílez, Martínez y Cordero, 2017).

De este modo, muchos autores (Caamaño, 2003; Jiménez-Aleixandre, 2010; Pedrinaci et al. 2012) coinciden en que los trabajos prácticos deben plantearse como indagaciones o investigaciones que permitan aproximar a los estudiantes al trabajo científico mediante el planteamiento del problema, el estudio cualitativo de la situación problemática y del interés de la misma, la emisión de hipótesis, la elaboración de posibles estrategias de contrastación, el análisis, la presentación de los resultados, las conclusiones y las posibles perspectivas.

En este sentido las prácticas de laboratorio por su complejidad (comprobación de las mismas mediante el análisis de resultados cuantitativos con tablas, gráficas, etc.), pueden plantear dificultades en el alumnado de Primaria y en el del primer ciclo de la ESO, por lo que pueden utilizarse en su lugar pequeñas experiencias y juguetes científicos de la conocida como ciencia recreativa (Lozano y Solbes, 2014).

Además, se ha observado en la comparación de experiencias recreativas con prácticas de laboratorio que, si bien ambas son efectivas desde un punto de vista actitudinal, también presentan algunas diferencias relevantes, puesto que son las experiencias de ciencia recreativa las que despiertan mayores sentimientos de alegría, excitación y confianza, además de generar un menor aburrimiento e inseguridad de los que se producen con las prácticas de laboratorio (Martínez Borreguero et al., 2016).

Por estos motivos, se pueden utilizar pequeñas experiencias, juegos y juguetes científicos de la conocida como ciencia recreativa que ya aparecía en muchos libros de texto desde finales del siglo XIX y principios del XX, y que ha vuelto a resurgir como una forma de abordar la falta de interés de los estudiantes hacia la ciencia (Lozano y Solbes, 2014).

Así pues, estas pequeñas experiencias que antiguamente aparecían como meras observaciones o como ejemplificaciones de la teoría previamente explicada, ahora se plantean como indagaciones, como preguntas a resolver (Lozano y Solbes, 2014), pues las preguntas constituyen una de las vías fundamentales para acceder a una forma de pensar y de actuar sobre cualquier objeto de conocimiento (Gil Quílez et al., 2011) siendo el aspecto clave de las actividades, crear un contexto adecuado para plantear preguntas, tanto por parte del profesorado como del alumnado (Martínez, Gil Quílez y de la Gándara, 2016).

De esta forma se logra que el alumnado hable de ciencia y, en particular, que argumente científicamente sustentando sus enunciados mediante pruebas (Jiménez-Aleixandre et al., 2009; Lozano, Solbes y García-Molina, 2012).

2.5.3 La ciencia recreativa en el aula

La ciencia recreativa se caracteriza por destacar el componente experimental de la ciencia, como ya dijimos previamente “recrear” la actividad científica destacando aquellos aspectos más lúdicos, llamativos e interesantes de la misma. Pero si bien unas actividades interesantes pueden motivar a los estudiantes, el planteamiento que se haga de las mismas tendrá un efecto crucial en los resultados obtenidos y es por ello que el método de trabajo, de plantear estas actividades y experimentos, debe ir en consonancia con el modelo de indagación, ya que solo de esta forma podremos obtener el máximo partido

de las actividades lúdicas y pequeñas experiencias que realicemos en las clases de ciencias.

Aunque la gran mayoría de profesionales que han utilizado la ciencia recreativa han obtenidos resultados satisfactorios (Lozano, 2012; Marusic y Slisko, 2012 b; Vollmer y Möllmann, 2012, Chamely-Wiik, et al., 2014), también resulta conveniente considerar que no siempre los resultados han sido los esperados, ya que, en ocasiones, se han producido algunos errores relacionados bien con una excesiva simplificación del planteamiento, o bien con la realización de experiencias sin tener en cuenta los estudios en didáctica.

Kubli (2006), curiosamente, obtuvo que sus estudiantes percibían las actividades experimentales como una distracción, incluso las de carácter más lúdico por lo que no consideraban estas actividades como componentes indispensables de su aprendizaje sino tan solo como una forma de recuperar fuerzas antes de enfrentarse a tareas complejas o bien de animar explicaciones que de otro modo hubieran sido aburridas.

Cabe pues considerar que, quizá en ocasiones, la ciencia recreativa no se utiliza de una forma adecuada si se obtienen estos resultados contradictorios. Este mismo hecho ha sido estudiado por Jiménez-Liso y Manuel Torres (2009) que han analizado el uso que se realiza de la ciencia recreativa en las ferias de ciencia y congresos didácticos atendiendo a distintos aspectos como la innovación, complejidad, proximidad a lo cotidiano y problematización. De este modo, estos autores concluyen que en muchas ocasiones se utilizan experimentos llamativos pero de un modo inadecuado, sin tener en cuenta los estudios en didáctica y planteándolos más bien como una observación de fenómenos y olvidando plantearlos como problemas de investigación.

Un aspecto relevante en este sentido y que destacan Chamely-Wiik y otros (2014) es que para que una demostración pueda ser realmente efectiva, se ha de tener en cuenta tanto su diseño como su presentación, y en concreto destacan una serie de estrategias básicas:

- Definir el propósito de la demostración que se va a realizar.
- Involucrar a la audiencia
- Utilizar ejemplos concretos y observaciones reales de fenómenos físicos.

- Preparar y practicar previamente la demostración que se quiere realizar.
- Adaptar el contenido y la complejidad conceptual al conocimiento previo de la audiencia.
- Incluir un posterior debate.

Por tanto, cuando consideramos la utilidad de la ciencia recreativa en el aula, no se trata solo de realizar un experimento o una demostración llamativos, sino que el planteamiento que se haga del mismo y la forma de llevarlo a cabo van a ser elementos cruciales que hagan que al final resulte efectivo o quede reducido a una mera distracción y entretenimiento. La ciencia recreativa, así pues, debe hacer uso de los métodos de indagación que ya hemos comentado y de este modo, tal y como afirma García-Molina (2011), las actividades de ciencia recreativa se convierten en una forma adecuada para que los estudiantes trabajen con contenidos científicos, planteando y contrastando hipótesis, buscando información, midiendo magnitudes o elaborando conclusiones.

2.5.4 Importancia del tema de luz y sonido

Esta investigación se ha centrado en el tema de luz y sonido, ya que este trata aspectos cruciales que lo han hecho objeto de estudio desde la antigüedad. La mayor parte de la información que recibimos del exterior proviene o bien de la vista o bien del oído, por lo que comprender la naturaleza de estos fenómenos y poder resolver las incógnitas de ¿Cómo vemos? o ¿Cómo oímos?, es algo que necesariamente ha interesado y motivado al ser humano a investigar este campo de las ciencias.

No hay que olvidar tampoco que, a pesar de las diferencias entre la luz y el sonido, ambos se tratan de fenómenos ondulatorios, razón por la cual hemos decidido que nuestra investigación y el tema que vamos a desarrollar deben abarcar ambos, pues a pesar de sus diferencias, también permiten mostrar una visión general de los fenómenos ondulatorios.

Además, aunque la luz y el sonido, son fenómenos cotidianos que constantemente percibimos, distintas investigaciones han comprobado que los estudiantes presentan numerosas dificultades para alcanzar una comprensión científica de los mismos y abandonar así las ideas alternativas que han

desarrollado (Esach y Schwatz, 2006; Blizak, Chafiqi y Kendil, 2009; Bolat y Sözen, 2009; Osuna, Martínez-Torregrosa y Menargues, 2012; Favale y Bondani, 2014).

Por otro lado, ya que tanto la luz como el sonido se tratan de fenómenos ondulatorios, su comprensión puede contribuir significativamente a entender tanto la física clásica como la moderna (Hrepic, Zollman, Rebello. 2010), lo cual contribuye a dar una mayor importancia a que se logre un aprendizaje significativo de estos contenidos.

Numerosos autores reconocen la decisiva importancia que hoy día suponen las ondas en el avance de la física: <<... la cuestión nueva e importante es que por primera vez se considera el movimiento de algo que no es materia, sino energía, que se propaga a través de la materia>> (Einstein e Infeld, 1986, p.75).

También, hay que destacar que en relación a este tema, se encuentran multitud de aplicaciones técnicas e implicaciones sociales (CTS). Por ejemplo, en relación a la óptica, encontramos aplicaciones en astronomía (telescopios), en biología (microscopios), en medicina (lentes correctoras, cirugía láser, sondeos con fibras ópticas), en TIC (transmisión de la información con fibras ópticas) y en las múltiples aplicaciones del láser (bélicas, industriales, artísticas, etc) (Solbes, 2011b). De igual modo, referido al sonido, encontramos también aplicaciones en múltiples campos, medicina (imagen médica a partir de ultrasonidos), ingeniería (evaluar el estados de estructuras), geofísica (exploración de capas terrestres y búsqueda de minerales y petróleo), militar y pesquero (sónar).

Tanto la óptica como la acústica, tienen también un gran impacto en nuestra vida cotidiana, ya que están presentes en objetos de uso corriente como cámaras fotográficas o de vídeo, discos compactos, micrófonos, altavoces, teléfono, televisión, etc.

Así pues, por las razones antes expuestas, consideramos que este es un tema fundamental del que es necesario adquirir una correcta base científica y por tanto, nuestra investigación sobre la aplicación de la ciencia recreativa se ha centrado en este tema en concreto.

2.5.5 Análisis del currículum

Esta investigación se llevó a cabo cuando la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación se encontraba en vigor, por lo que consideramos oportuno analizar el currículum educativo en el momento en el que se llevó a cabo esta propuesta didáctica, pasando luego a compararla con la deficiente situación de la ley actualmente vigente.

2.5.5.1 LOE

Aunque es en 2º de la ESO cuando comienza a estudiarse en mayor profundidad los aspectos científicos de la luz y el sonido, conviene tener presente que algunos elementos de este tema ya empiezan a formularse a lo largo de la Educación Primaria (BOE, 2007/07/20), por lo que voy a hacer una revisión de los aspectos de este tema, tratados a lo largo de las diferentes etapas educativas.

De este modo, en cada ciclo de Educación Primaria, en el bloque 6. *Materia y energía*, de la asignatura de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural, tenemos los siguientes puntos que podemos destacar:

Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural

1er ciclo:

- El origen y la percepción del sonido.
- La transmisión del sonido en diferentes medios.
- El ruido y la contaminación acústica.

2º ciclo:

- Comportamiento de los cuerpos en función de la luz.
- La reflexión de la luz y la descomposición de la luz blanca.

3er ciclo:

- Cuerpos opacos, translúcidos y transparentes. Transmisión, reflexión y refracción de la luz.
- Planificación y realización de experiencias diversas para estudiar las propiedades de materiales de uso común y su comportamiento ante la

luz, el sonido, el calor, la humedad y la electricidad. Comunicación oral y escrita del proceso y del resultado.

De igual modo, en la asignatura de Educación Artística durante la Educación Primaria, también encontramos referencias a las cualidades del sonido, que posteriormente continuarán estudiándose durante la secundaria. En concreto, estas referencias aparecen en el bloque 3. *Escucha*.

Educación Artística

1er ciclo:

- Las cualidades del sonido: timbre, duración, altura e intensidad.
- Identificación de rasgos distintivos de sonidos del entorno natural y social.
- Curiosidad por descubrir los sonidos del entorno y sus características.

2º ciclo:

- Las cualidades del sonido: timbre, duración, altura e intensidad.

3er ciclo:

- Elementos de la música: ritmo, melodía, armonía, timbre, textura, tempo, dinámica, carácter.

Sin embargo, en Educación Secundaria, pese a la importancia del tema de luz y sonido, vemos que solo se imparte en 2º de la ESO (BOE, 2007/01/05) en Ciencias de la Naturaleza en el Bloque 3: Transferencia de energía, donde aparece el apartado Luz y sonido en el que se introduce:

Ciencias de la Naturaleza, 2º ESO.

- Luz y visión: los objetos como fuentes secundarias de luz.
- Propagación rectilínea de la luz en todas las direcciones. Reconocimiento de situaciones y realización de experiencias sencillas para ponerla de manifiesto. Sombras y eclipses.
- Estudio cualitativo de la reflexión y de la refracción.
- Descomposición de la luz: interpretación de colores.
- Sonido y audición. Propagación y reflexión del sonido.

- Valoración de la contaminación acústica y lumínica.

Además, en relación a este tema, en el currículum se distinguen los siguientes objetivos de evaluación:

- Explicar fenómenos naturales referidos a la transmisión de la luz y del sonido y reproducir algunos de ellos teniendo en cuenta sus propiedades.
- Este criterio intenta evaluar si el alumnado es capaz de utilizar sus conocimientos acerca de propiedades de la luz y el sonido como la reflexión y la refracción, para explicar fenómenos naturales, aplicarlos al utilizar espejos o lentes, justificar el fundamento físico de aparatos ópticos sencillos y diseñar o montar algunos de ellos como la cámara oscura. Se valorará, así mismo, si comprende las repercusiones de la contaminación acústica y lumínica y la necesidad de su solución.

También muy superficialmente, es posible encontrar alguna referencia al sonido en la asignatura de música.

Música, 1º a 3º ESO.

Bloque 1. *Escucha.*

- Elementos que intervienen en la construcción de una obra musical (melodía, ritmo, armonía, timbre, textura, forma, tempo y dinámica) e identificación de los mismos en la audición y el análisis de obras musicales.

Bloque 3. *Contextos musicales.*

- El consumo de la música en la sociedad actual. Sensibilización y actitud crítica ante el consumo indiscriminado de música y la contaminación sonora.

Posteriormente, en 2º de bachillerato (BOE, 2007/11/06) es cuando se vuelve a tratar este tema en algunos de los bloques estudiados.

Física, 2º Bachillerato.

Bloque 3. Vibraciones y ondas:

- Movimiento ondulatorio. Clasificación y magnitudes características de las ondas.
- Principio de Huygens. Reflexión y refracción. Estudio cualitativo de difracción e interferencias. Ondas estacionarias. Ondas sonoras.
- Aplicaciones de las ondas al desarrollo tecnológico y a la mejora de las condiciones de vida. Impacto en el medio ambiente.
- Contaminación acústica, sus fuentes y efectos.

Bloque 4. Óptica:

- Controversia histórica sobre la naturaleza de la luz: modelos corpuscular y ondulatorio. Dependencia de la velocidad de la luz con el medio. Algunos fenómenos producidos con el cambio de medio: reflexión, refracción, absorción y dispersión.
- Óptica geométrica: comprensión de la visión y formación de imágenes en espejos y lentes delgadas. Pequeñas experiencias con las mismas. Construcción de algún instrumento óptico.
- Estudio cualitativo del espectro visible y de los fenómenos de difracción, interferencias y dispersión. Aplicaciones médicas y tecnológicas.

Bloque 5. Interacción electromagnética:

- Aproximación histórica a la síntesis electromagnética de Maxwell.

Bloque 6. Introducción a la Física Moderna:

- El efecto fotoeléctrico y los espectros discontinuos: insuficiencia de la Física clásica para explicarlos.

Así pues y teniendo en cuenta que 2º de la ESO es el curso en el que vamos a realizar la propuesta didáctica debemos tener presente que nuestra función no ha de limitarse a impartir un temario y enseñar unos conocimientos, sino que la propia legislación, nos marca unos objetivos mucho más amplios orientados a la enseñanza de unas actitudes y procedimientos. De este modo, algunos de estos objetivos serían:

Ciencias de la Naturaleza, 2º ESO.

- Aplicar, en la resolución de problemas, estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como la discusión del interés de los problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales, el análisis de resultados, la consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado y la búsqueda de coherencia global.
- Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes, incluidas las tecnologías de la información y la comunicación, y emplearlas, valorando su contenido, para fundamentar y orientar trabajos sobre temas científicos.
- Adoptar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas y tecnológicas.
- Conocer y valorar las interacciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y el medio ambiente, con atención particular a los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad y la necesidad de búsqueda y aplicación de soluciones, sujetas al principio de precaución, para avanzar hacia un futuro sostenible.
- Reconocer el carácter tentativo y creativo de las ciencias de la naturaleza, así como sus aportaciones al pensamiento humano a lo largo de la historia, apreciando los grandes debates superadores de dogmatismos y las revoluciones científicas que han marcado la evolución cultural de la humanidad y sus condiciones de vida.

Para lograr este fin, disponemos del primer bloque orientado al trabajo científico y que debemos ir aplicando a lo largo de todo el temario.

- Familiarización con las características básicas del trabajo científico, por medio de: planteamiento de problemas, discusión de su interés, formulación de conjeturas, diseños experimentales, etc., para comprender mejor los fenómenos naturales y resolver los problemas que su estudio plantea.

- Utilización de los medios de comunicación y las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información sobre los fenómenos naturales.
- Interpretación de información de carácter científico y utilización de dicha información para formarse una opinión propia y expresarse adecuadamente.
- Reconocimiento de la importancia del conocimiento científico para tomar decisiones sobre los objetos y sobre uno mismo.
- Utilización correcta de los materiales e instrumentos básicos de un laboratorio y respeto por las normas de seguridad en el mismo.

Cabe destacar que tanto las experiencias que permiten familiarizarse con el trabajo científico, como las actividades CTSA, que muestran la relaciones entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente, serán grandes recursos que facilitaran el alcanzar estos objetivos planteados.

De este modo, nuestra función va más allá de ser unos simples transmisores del conocimiento, siendo nuestra misión la de forjar unos ciudadanos críticos, con unos valores correctos y capaces de hacer frente a los problemas de la sociedad en la que vivimos.

2.5.5.2 LOMCE

La Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre para la Mejora de la Calidad Educativa, supone un cambio curricular que, incomprensiblemente, desde cualquier planteamiento de educación científica, prácticamente elimina el tema de luz y sonido de la ESO (BOE, 2015/01/03). De este modo, tan solo permanecen algunos contenidos de este tema en la Educación Primaria (BOE, 2014/03/01) y en Bachillerato, apareciendo tan solo superficialmente algún aspecto de luz y sonido en materias no científicas durante la Educación Secundaria.

En el caso de la Educación Primaria, estos contenidos se limitan a los que aparecen en el bloque 4. *Materia y energía* de Ciencias de la naturaleza:

Ciencias de la Naturaleza

Bloque 4. *Materia y energía.*

- La luz como fuente de energía.
- Planificación y realización de experiencias diversas para estudiar las propiedades de materiales de uso común y su comportamiento ante la luz, el sonido, el calor, la humedad y la electricidad.
- Observación de algunos fenómenos de naturaleza eléctrica y sus efectos (luz y calor).

En la ESO tan solo aparecen algunos aspectos de luz y sonido muy superficialmente en materias no científicas:

Música 1er ciclo ESO

Bloque 2. *Escucha.*

- Identificar situaciones del ámbito cotidiano en las que se produce un uso indiscriminado del sonido, analizando sus causas y proponiendo soluciones.

Educación Plástica, Visual y Audiovisual. 1er ciclo ESO

Bloque 1. *Expresión Plástica.*

- Experimentar con los colores primarios y secundarios.
- Identificar y diferenciar las propiedades del color luz y el color pigmento.

A lo largo de la secundaria ya no aparecen en los contenidos referencias del tema de luz y sonido y es por ello, que no se continúa su estudio hasta llegar a 2º de Bachillerato en la asignatura de Física.

Física 2º de Bachillerato

Bloque 4. *Ondas.*

- Clasificación y magnitudes que las caracterizan.
- Ecuación de las ondas armónicas.
- Energía e intensidad.

- Fenómenos ondulatorios: interferencia y difracción reflexión y refracción.
- Efecto Doppler.
- Ondas longitudinales. El sonido. Energía e intensidad de las ondas sonoras. Contaminación acústica. Aplicaciones tecnológicas del sonido.
- Ondas electromagnéticas. Naturaleza y propiedades de las ondas electromagnéticas. El espectro electromagnético. Dispersión. El color. Transmisión de la comunicación.

Bloque 5. *Óptica geométrica.*

- Leyes de la óptica geométrica.
- Sistemas ópticos: lentes y espejos.
- El ojo humano. Defectos visuales.
- Aplicaciones tecnológicas: instrumentos ópticos y la fibra óptica.

Bloque 6. *Física del siglo XX.*

- Insuficiencia de la Física Clásica. Orígenes de la Física Cuántica. Problemas precursores.
- Aplicaciones de la Física Cuántica. El Láser.

De igual modo, en la asignatura de Imagen y sonido también aparece alguna referencia desde un punto de vista científico hacia este tema.

Imagen y sonido. 2º de Bachillerato

Bloque 8. *Cualidades técnicas del equipamiento de sonido idóneo en radio y medios audiovisuales.*

- Analiza el proceso de captación del oído humano y la percepción de las frecuencias audibles.

Como podemos ver, este cambio educativo ha eliminado prácticamente en su totalidad el tema de luz y sonido de la ESO, algo que dada la optatividad de la Física de 2º de Bachillerato y que en Primaria tan solo se estudian los aspectos más básicos, impide que la mayoría de estudiantes puedan alcanzar un conocimiento satisfactorio de este tema tan importante para sus vidas.

Además, para aquellos estudiantes que opten por continuar estudiando Física en 2º de Bachillerato, el tema les resultará más complejo al no disponer de la base científica que se desarrollaba en el tema de luz y sonido que se impartía en secundaria. Consideramos, por tanto, que este cambio es contraproducente para alcanzar una comprensión significativa de este tema.

2.5.6 Dificultades de los estudiantes

Uno de los factores más importantes que obstaculiza el aprendizaje significativo y permanente son las ideas alternativas (Sözen y Bolat, 2011) ya que son incorrectas y se basan en razonamientos erróneos (Fayer, 2010). Son persistentes y están fuertemente arraigadas en los estudiantes (Schmidt, 1997).

Estas constituyen una barrera importante al haber sido adquiridas por la experiencia o lenguaje cotidianos, y estar fundamentadas en muchas ocasiones en razonamientos de sentido común (Palomar, 2013).

Esta situación constituye un obstáculo para que los estudiantes aprendan los conceptos académicos correctos. Por ello, para que puedan abandonar estas ideas alternativas y aceptar las ideas o conceptos científicos, primero de todo, es necesario que estas ideas alternativas sean identificadas (Eisen y Stavy, 1992). Es en este sentido donde destaca un comentario del psicólogo y pedagogo Ausubel:

Si tuviera que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averigüe esto y enséñele en consecuencia. (Ausubel, 1978).

De este modo, el conocimiento de las ideas alternativas que tengan los estudiantes es un paso esencial para que el profesor conozca las dificultades a las que se enfrentan sus estudiantes para comprender los fenómenos físicos. Este conocimiento, permitirá que los profesores puedan diseñar entornos de aprendizaje más efectivos (Galili y Hazan, 2000a), que tengan en cuenta las ideas alternativas de sus estudiantes y les permitan a estos examinar y mejorar sus concepciones iniciales, usándolas como un apoyo en el proceso de construcción de nuevos conceptos científicos (Smith, Disessa y Roschelle, 1993).

Cabe señalar que las ideas alternativas no son el único tipo de dificultad al que se pueden enfrentar los estudiantes y por ello, es necesario incluir también las debidas a las formas de razonamiento, a la falta de dominio de procedimientos y a las actitudes negativas de los estudiantes (Solbes, 2009), que como ya se comentó anteriormente, se fundamentan en muy distintas causas, tales como la imagen pública de las ciencias y su estatus en el sistema educativo (Solbes, Montserrat y Furió, 2007) entre otras.

También influye negativamente la forma usual de enseñar ciencia, que desgraciadamente se caracteriza por enseñar una ciencia descontextualizada de la sociedad y del entorno (sin relaciones CTSA), poco útil y sin temas de actualidad, con clases aburridas, poco participativas y con un carácter fundamentalmente teórico y que no acerca a los estudiantes al método científico ni a la investigación (Solbes, Montserrat y Furió, 2007; Robles et al. 2015).

Estas dificultades que presentan los estudiantes irán variando a lo largo del proceso educativo, por lo que se hace necesario ubicarlas en una etapa educativa concreta (Mazens y Lautrey, 2003). Es por esta razón que, en esta investigación nos centraremos en las dificultades que se encuentran en la etapa de secundaria y en concreto en referencia al tema de luz y sonido, ya que este será el tema a desarrollar en nuestra propuesta didáctica.

Además, aunque tanto la luz como el sonido son fenómenos ondulatorios, difieren en que en el primer caso se trata de ondas electromagnéticas, mientras que, en el segundo, se trata de ondas mecánicas. Esta diferencia implicará que presenten algunas propiedades y características distintas, lo que influirá en la aparición de diferentes concepciones alternativas y por tanto de dificultades distintas a las que hacer frente. Así pues, dadas estas diferencias, analizaremos por separado las dificultades que podremos encontrar al estudiar cada uno de estos fenómenos ondulatorios.

2.5.6.1 Dificultades del aprendizaje del sonido

La evolución de la comprensión del sonido a lo largo de la etapa educativa hace que este pase de considerarse un ruido a una propagación de ondas en un espacio material. Este avance cualitativo supone en sí mismo un avance muy

importante, por cuanto existen ya indicios de atribuir la propagación a la intervención de las partículas del medio, aunque la naturaleza de las ondas diste mucho de ser comprendida (Perales, 1997).

Un error frecuente de los estudiantes es el de asociar necesariamente una onda a un sonido, al considerar que cualquier onda de tipo mecánico ha de ser necesariamente una onda sonora, y por tanto sin comprender el significado real de una onda (Saura y de Pro, 1999, López, 2009).

Los estudiantes presentan un conocimiento insuficiente respecto a la transmisión del sonido por la vibración de las partículas del medio (Menchen, 2005; Chang et al., 2007; Bolat y Sözen, 2009) lo que conlleva que muchos estudiantes no asocien el movimiento ondulatorio con el transporte de energía y en su lugar consideren que se produce un transporte de materia (Saura y de Pro, 1999, Sözen y Bolat, 2011). En este sentido, encontramos estudiantes que afirman que cuando el sonido se transmite, las moléculas de aire se mueven en la dirección en la que se propaga el sonido, aunque también encontramos opiniones opuestas, en las que se considera que la propagación del sonido no implica ningún movimiento en las partículas del medio (Esach y Schwartz, 2006; Bolat y Sözen, 2009).

Esta incompreensión del papel del medio en la propagación del sonido lleva a la creencia, en muchos casos, de que el medio es innecesario al no jugar ningún papel y, por tanto, el sonido puede propagarse en el vacío (Hrepic, Zollman y Rebello, 2010). De esta idea, surge también la concepción de que es en el vacío donde mejor se propaga el sonido puesto que no hay nada que pueda frenarlo, (Saura y de Pro, 1999; Perales, 2013) y de igual forma, por causa de estas ideas alternativas, hay estudiantes que consideran que un medio denso como puede ser el hierro es adecuado para aislar el sonido (Esach y Schwartz, 2006, Bolat y Sözen, 2009).

De este modo, y aunque preguntados directamente, la mayoría de estudiantes afirman que el sonido es una entidad inmaterial, justifican sus propiedades como si de una partícula material se tratase a la que afectara el rozamiento y la densidad del medio (Hrepic, Zollman y Rebello, 2010). En este mismo sentido Chang y colaboradores (2007) detectan que muchos estudiantes solo consideran posible que el sonido atravesase un recipiente cerrado si hay algún hueco o

agujero que se lo permita, mostrando, por tanto, una visión corpuscular del sonido.

De manera semejante, muchos alumnos utilizan también razonamientos corpusculares para justificar la propagación del sonido en el caso de que haya un movimiento del medio, como puede ser aire a favor o en contra de la dirección de propagación del sonido (Saura y de Pro, 1999, Eshach y Schwartz, 2006, Menchen, 2005).

En relación a estas dificultades, algunos autores sugieren que uno de los mayores obstáculos a tener en cuenta es también el lenguaje utilizado por el profesor puesto que puede haber ambigüedades lingüísticas que hagan que los estudiantes mantengan esta impresión del carácter corpuscular del sonido. De este modo, recomiendan a la hora de referirse al movimiento de las ondas utilizar palabras como propagar en lugar de viajar, evitando así posibles confusiones (Hrepic, Zollman y Rebello, 2010).

Por otro lado, cabe destacar que también hay casos en los que las ideas alternativas no están relacionadas con un razonamiento corpuscular. Así, en algunos estudiantes se encuentra la creencia de que el sonido solo puede existir en el aire y, por tanto, no puede haber propagación de este por ningún otro medio (López, 2009). O que el sonido no puede pasar de un medio a otro, sino que queda confinado en el medio en el que se genera (Bollat y Sözen, 2009).

También resulta destacable que, a la hora de considerar la propagación del sonido, no todos los estudiantes asocian una propagación del sonido de la fuente que lo genera a la persona que está escuchando, sino que algunos consideran un movimiento inverso, es decir, de la persona que escucha a la fuente o incluso de casos en los que ha de darse una reflexión del sonido como una condición necesaria para escucharlo (Boyes y Stanisstreet, 1991; Sözen y Bollat, 2011). De igual modo, genera confusión la dirección en la que se propaga el sonido, habiendo distintas creencias como una propagación en línea recta, espiral y media luna, entre otras (Eshach y Schwartz, 2006).

No obstante, las dificultades que podemos encontrar en relación al sonido y a las ondas mecánicas en general, no se limitan solo a la propagación de las mismas, sino que también incluyen distintas magnitudes ondulatorias como son la

longitud de onda, la frecuencia, el periodo, la intensidad o la amplitud, en las que se observan dificultades para establecer relaciones entre ellas (Merino, 1998, Bollat y Sözen, 2009, López, 2009). Cabe destacar aquí, además, que la interpretación que le dan los alumnos a estas magnitudes en ocasiones no es la adecuada, pues algunas investigaciones han encontrado que gran parte de estudiantes interpretan la longitud de onda como el alcance máximo de la onda o de la misma forma, asocian la frecuencia con el canal o la emisora de radio. Estas dificultades también las encontramos en las cualidades del sonido como tono y timbre en las que se observa al igual que en las anteriores, que en muchas ocasiones los estudiantes desconocen su significado científico (Saura y de Pro, 1999).

Por último, hay que tener en cuenta que la adolescencia es un período crítico para la determinación de valores y la adquisición de hábitos y estilos de vida. Los adolescentes tienden a experimentar conductas que los adultos consideran peligrosas para la salud puesto que, para los jóvenes de estas edades, las ventajas personales y sociales de una conducta de peligro pueden ser más importantes que sus desventajas, ya que tienen interiorizada una noción "consumista de la salud", y la consideran como un patrimonio del que tienen "mucho para gastar" (Gavidia y Rodes, 1999).

Es por ello, que hay que tener presente también como una dificultad actitudinal la poca importancia que los estudiantes le dan a la contaminación acústica. En este sentido, se ha detectado que gran parte de los alumnos tienen hábitos sonoros muy poco saludables, como es la mala utilización de los aparatos electrónicos al escuchar música con un volumen demasiado alto con el consecuente peligro que esto puede tener para su salud a largo plazo (López, 2009).

2.5.6.2 Dificultades del aprendizaje de la luz

Las creencias de los estudiantes sobre la luz y la visión han sido ampliamente estudiadas en las últimas décadas, mostrando que poseen ideas alternativas fuertemente arraigadas que no se ajustan al conocimiento formal de este ámbito.

No hay que olvidar que a lo que se enfrentan los estudiantes en las clases de ciencias, es al conocimiento desarrollado tras más de 2400 años de investigación y a lo largo de este tiempo muchas afirmaciones relacionadas con la luz y la visión, gradualmente pasaron de ser obvias, descriptivas y convincentes para el oyente no preparado, a ser sofisticadas y complejas (Galili, 1996).

En este sentido, la fuente de dificultad más importante que aparece al estudiar la luz, se encuentra en la comparación de sus parámetros con el rango de percepción humana. De hecho, los órdenes de magnitud de la longitud de onda de la luz (10^{-6}m), frecuencia (10^{15}s^{-1}), velocidad (10^8m/s) y energía de un fotón (10^{-19}J) aseguran una gran diferencia entre el modelo científico y la percepción que pueda tenerse de un fenómeno óptico (Galili, 1996).

Al considerar el modelo científico de la luz, resulta también destacable que tanto profesores como libros de texto en muchas ocasiones no relacionan la óptica geométrica con la óptica ondulatoria, incrementando así, la dificultad a la que se enfrentan los estudiantes para lograr hacer una conexión de ambos modelos (Colin, 2001). Cabe resaltar, como en la secundaria, en muchas ocasiones se llega a evitar referirse al carácter ondulatorio de la luz, prefiriendo limitarse a una visión geométrica de la óptica. No obstante, no hay que olvidar las limitaciones que presenta este modelo al no poder justificar distintos fenómenos ópticos como son: la visión del color, las aberraciones geométricas y cromáticas, el mecanismo de elaboración de sensación visual, etc (Osuna, Martínez-Torregrosa y Menargues, 2012).

Teniendo en cuenta las ideas alternativas de los estudiantes, destaca la asociación que hacen algunos de ellos de la luz con la fuente que la emite o bien con sus efectos o un estado. De este modo, encontramos estudiantes que la asocian a la fuente que la está emitiendo como puede ser la bombilla que ilumina la clase o el Sol que ilumina nuestro planeta y otros, que la asocian a sus efectos, como se observa en algunos estudiantes que justifican las sombras como “una luz más oscura” (Guesne, 1989; Perales, 1994; Andersson y Bach, 2004; Favale y Bondani, 2014). Además, el mismo estudiante puede emplear una u otra concepción según la situación, e incluso pasar de una a otra durante la explicación del mismo fenómeno (Guesne, 1989). De esta forma, para ellos, la luz

no se considera una entidad física independiente en el espacio separada de las fuentes primarias y secundarias y del ojo del observador (Osuna et al., 2007).

En algunos casos, incluso se produce una cierta confusión entre la luz y la electricidad. Este tipo de errores vienen influidos indudablemente por el lenguaje vulgar ya que se encuentran expresiones como “arregla la luz que se ha fundido”, “se ha ido la luz”, “hay que darse de alta en la luz” (Perales, 1994).

Además, los estudiantes desconocen la función del ojo en la visión, sin ser conscientes de que este desempeña un papel pasivo al recibir la luz que le llega de los objetos (Favale y Bondani, 2014). En este sentido, lo que encontramos en los estudiantes son las mismas ideas con las que los filósofos griegos explicaban la visión (Osuna et al., 2007).

Demócrito y los filósofos atomistas pensaban que de los objetos emanaba una sutil capa de átomos que formaban un simulacro del objeto, la eidola, una imagen del mismo que volaba hacia los órganos de la vista para provocar la visión. Otros, como Platón, creían que además del desprendimiento de imágenes, el ojo debía emitir, un fuego visual de forma que el contacto entre estas dos entidades produjera la sensación de visión (Ferratz, 1974). De una forma semejante, Euclides, explicaba el fenómeno de la visión mediante trazados de rayos, que representaban una especie de luz, emitida por el ojo (Solís y Selles, 2005; Dedes, 2005).

Así pues, en una gran parte de los estudiantes encontraremos las ideas espontáneas de que la visión consiste en un proceso en el que “algo” es emitido por el ojo o bien una imagen del objeto llega hasta él (Osuna et al., 2007).

Asociado a esta idea alternativa del papel que desempeña el ojo en la visión, no se debe menospreciar tampoco la influencia que tiene el lenguaje y que refleja y refuerza este modo intuitivo de pensar. Hoy en día seguimos diciendo que el Sol se eleva o se mueve, a pesar de que sabemos muy bien que es la Tierra la que se mueve alrededor del Sol. De un modo semejante, considerando la visión, nosotros usamos expresiones como “echar un vistazo”, “mirar un objeto” aunque sabemos que esto significa que “recibimos luz de un objeto”. En otras palabras, la voz activa de las expresiones anteriores en cuanto a la forma de ver, claramente atribuye un papel activo al observador, mientras que el objeto que

está siendo observado adquiere un papel pasivo. Son los ojos los que examinan, escudriñan, inspeccionan o incluso en la literatura romántica brillan, destellan, o tienen una mirada mordaz. Por tanto, cuando miramos a un objeto tenemos el sentimiento espontáneo de que estamos realizando un papel activo cuando tan solo estamos siendo unos receptores pasivos y no es, por tanto, de extrañar que los estudiantes puedan desarrollar esta idea alternativa (Dedes, 2005).

En relación a este mismo hecho, encontramos la creencia de que los rayos de luz son visibles, es decir, los estudiantes consideran que es posible ver la luz sin necesidad de que esta llegue al ojo (Solbes y Zacarés, 1993; Perales, 1994; Galili y Hazan, 2000b; Osuna et al., 2007). No obstante, no hay que olvidar el carácter erróneo de esta afirmación pues aunque la luz nos permite ver, ella en sí misma es invisible. Este mismo hecho también facilita la aparición de ideas alternativas basadas en que la luz está ausente en el proceso de visión (Dedes, 2005).

El hecho de olvidar el papel de la luz en la visión también se extiende a los colores de los objetos, ya que estos se perciben como una cualidad intrínseca de los mismos, independiente por tanto de la luz (Guesne, 1989; Favale y Bondani, 2014). Quizá, el problema se deba a que los libros de texto cuando introducen los colores, se refieren casi exclusivamente a situaciones en las cuales los objetos son iluminados por luz blanca sin tratar casos en los que aparezca luz monocromática. Además, la mayoría de experiencias en nuestra vida cotidiana se producen bajo luz blanca de modo que es fácil no apreciar el efecto que tiene la luz en el color de los objetos y que se desarrolle esta idea alternativa (Favale y Bondani, 2014).

Atendiendo a la emisión de la luz, también encontramos distintas concepciones alternativas que en general se basan en la idea de que en una fuente de luz extensa, cada punto de la misma emite luz en una única dirección. De este modo, destaca la idea alternativa en la que hay una dirección preferente. Así, se considera que dada una fuente emisora de luz, esta emite luz solo en la dirección que importa en la actividad o el problema propuesto, cambiando, por tanto, esta dirección preferente en función de la situación. Otra representación es, en la que asocia una emisión radial a la emisión de luz, es decir, dada una fuente de luz esférica, de cada punto de esta sale un único rayo en dirección radial.

En algunas ocasiones es incluso posible encontrar una combinación de ambas representaciones, considerando una emisión radial, unida a una emisión de luz en una dirección preferente (Dedes y Ravanis, 2009).

Así pues, en general se encuentran estas ideas alternativas de relacionar cada punto de la fuente, con un rayo de luz ya sea radial o de una dirección preferente, sin tener en cuenta que, en realidad, cada punto de la fuente emite luz isotrópicamente en todas direcciones.

Tras la emisión de la luz, también aparecen dificultades con la propagación de esta. Por un lado, destaca el papel del medio, ya que hay estudiantes que consideran que el aire es necesario para la propagación de la luz y por tanto, la luz no podría penetrar en una habitación en la que se hubiera hecho el vacío (Blizak, Chafiqi y Kendil, 2009, Perales, 2013). Otros, también señalan que la distancia a la que puede viajar la luz depende de su energía (Fetherstonhaugh, 1990).

Así mismo, se observan dificultades asociadas al carácter rectilíneo de la propagación de la luz. En algunos casos se tiende a interpretar la luz como “algo que llena el espacio”, pero sin atribuirle una dirección concreta (Perales, 1994). Además, hay situaciones en las que la observación parece contradecir la propagación rectilínea, como es el caso típico de los espejismos en los que la luz se desvía de una trayectoria rectilínea debido a la refracción que se produce por el cambio de la densidad del aire. El hecho de que multitud de libros de texto no traten estos aspectos aparentemente conflictivos sobre la propagación rectilínea de la luz, afecta negativamente a que se desarrolle un cambio significativo en las creencias de los estudiantes (Favale y Bondani, 2014).

No es de extrañar tampoco que estas dificultades de entender la propagación rectilínea de la luz se extiendan a la hora de considerar qué son y qué causa las sombras. Algunos estudiantes asocian las sombras a un tipo de imagen del objeto o a algo que pertenece al objeto (Andersson y Bach, 2004). Otros asocian a que la luz, y no la ausencia de esta, es lo que tiene ver con la formación de la sombra. Así, algunos estudiantes afirman que la sombra es una luz más oscura (Guesne, 1989) e incluso otros consideran que el color de las sombras depende de la luz que ilumina al objeto (Favale y Bondani, 2014). Además, tampoco tienen

en cuenta la existencia de sombras parciales es decir, de la penumbra (Galili y Hazan, 2000a).

De igual modo, también aparecen multitud de ideas alternativas sobre las imágenes ópticas. Por un lado, este concepto se ve influenciado por el lenguaje común, de forma que muchos estudiantes lo definen como lo que se ve en un espejo o la apariencia de algo (Perales, 1994). Por otro lado, encontramos la creencia de que la imagen se traslada ya hecha desde el objeto, o bien que los rayos son portadores de cada uno de los puntos de la imagen. (Osuna et al. 2007). A este respecto, Galili (1996) destaca que en ocasiones los rayos de luz son interpretados como una entidad material que existe físicamente y así cada rayo lleva toda la información estructural de la específica región microscópica de la que vino. Además, el fenómeno de construcción de imágenes es complejo y muchos estudiantes presentan dificultades a la hora de realizar los diagramas de rayos (Galili y Bendal, 1993). También, un error frecuente entre los estudiantes es el de no considerar el ojo como un instrumento óptico formador de imágenes, por lo que creen que la imagen tiene existencia independientemente del ojo (Osuna et al. 2007).

En este sentido, los alumnos desconocen que, para que se forme la imagen, es necesario que a cada punto de la pantalla solo llegue luz proveniente de un punto del objeto (Solbes y Zacarés, 1993). Por este motivo es importante realizar experiencias que muestren esta correspondencia punto a punto entre objeto e imagen, tales como son la utilización de una cámara oscura o bien utilizar una lente convergente para enfocar el paisaje de una ventana sobre la pared (Solbes, 2011b).

Otras ideas alternativas aparecen también cuando se estudian sistemas ópticos en los que aparecen espejos y lentes. Así, considerando un espejo, algunos estudiantes sostienen que la imagen de un objeto se forma en la cara del espejo y además solo existe cuando se coloca el objeto frente a este, de modo que la imagen de un objeto colocado en un lado no existe para ningún observador, además si el observador se mueve hacia un lado, esta imagen se desplaza en dirección contraria (Blizak, Chafiqi y Kendil, 2009). Otros estudiantes afirman también que esta imagen es real, mostrando, por tanto, dificultades para diferenciar entre imágenes reales y virtuales (Hubber, 2005). Resultados

semejantes a los de Galili (1996), que detectó que muchos estudiantes consideraban que en una pantalla siempre se podía recoger la imagen formada. Debemos tener en cuenta también que gran parte de estos errores son debidos a la falta del conocimiento en el trazado de rayos y de la desviación que sufren estos al interactuar con los espejos (Favale y Bondani, 2014).

Además, en relación a la reflexión, los estudiantes piensan que la luz solo se refleja en los espejos (Guesne, 1989) de forma que desconocen la reflexión difusa (es decir, la que se produce en todas direcciones en la superficie de cualquier objeto no pulido) por lo que se hace necesario plantear experiencias que muestren la diferencia entre ambas (Solbes y Zacarés, 1993; Solbes, 2011b).

Con respecto al fenómeno de la refracción, también se observan dificultades importantes puesto que los estudiantes lo desconocen (Perales, 1991) y lo atribuyen solo a las propiedades del medio, de forma que no tienen en cuenta la interacción de la luz con este (Solbes y Zacarés, 1993).

En el caso de las lentes también aparecen multitud de concepciones alternativas. Así, muchos estudiantes afirman que cuando por medio de una lente se está formando una imagen en una pantalla, si se tapa la mitad de la lente, también queda tapada la mitad de la imagen o incluso desaparece completamente esta. Cuando en realidad, tapar la mitad de la lente solo implica un cambio en la luminosidad de la imagen al pasar menos luz (Blizak, Chafiqi y Kendil, 2009; Favale y Bondani, 2014). Además, algunos estudiantes también consideran que una imagen puede ser vista en una pantalla independientemente de la posición relativa de la pantalla a la lente (Galili y Hazan, 2000a).

Por último, en el caso particular de las lentes, también algunas ideas alternativas se relacionan con la conservación de la luz. Así pues, algunos estudiantes creen que una lente puede aumentar o debilitar la luz, habiendo más o menos rayos; otros, creen que hay la misma cantidad pero lo que sucede es que estos son más fuertes o débiles (Guesne, 1989; Andersson y Bach, 2004).

2.5.7 Objetivos propuestos y dificultades de aprendizaje asociadas

Los objetivos didácticos que se tendrán en cuenta para la posterior propuesta didáctica están orientados a alcanzar un aprendizaje significativo de los aspectos más relevantes del tema de luz y sonido, teniendo en cuenta que en esta etapa educativa el estudio se centrará fundamentalmente en aspectos cualitativos puesto que se trata de una primera aproximación a este tema, en la que principalmente se busca aproximar las ideas espontáneas de los estudiantes a un conocimiento científico formal de la materia.

De igual modo, se pretende que los estudiantes se familiaricen con la forma de trabajar de los científicos, es decir, con la investigación y experimentación, algo a lo que dado el carácter teórico que manifiestan usualmente las clases de ciencias, pueda a priori resultar desconocido para los estudiantes.

Teniendo en cuenta que las relaciones CTSA (ciencia, tecnología, sociedad y ambiente) en muchas ocasiones resultan desconocidas por los estudiantes, consideramos oportuno, mostrar también la aplicación y la influencia que tienen estos conceptos estudiados en la sociedad a fin de que los estudiantes sean conscientes de la importancia que tienen en sus vidas.

Por todo esto, tras haber analizado el currículum y las principales ideas alternativas y dificultades de los estudiantes en el tema de luz y sonido, podemos presentar los objetivos que consideramos que se deberían adquirir a lo largo de esta unidad didáctica, junto a aquellas dificultades a las que habría que hacer frente:

Objetivos	Dificultades de aprendizaje
1) Conocer las características que definen una onda.	1. Creen que en una onda se transporta materia. 2. Confunden o interpretan incorrectamente las diferentes magnitudes ondulatorias.

<p>2) Comprender el distinto comportamiento de las ondas mecánicas y electromagnéticas respecto a la necesidad del medio en su propagación.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desconocen que las ondas mecánicas y electromagnéticas tienen un comportamiento distinto respecto a la necesidad del medio para su propagación. 2. Creen que una mayor densidad del medio dificulta la propagación de una onda mecánica. 3. Creen en la existencia de direcciones privilegiadas para la propagación.
<p>3) Conocer cuáles son las propiedades características del sonido.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desconocen el significado científico de las propiedades características del sonido.
<p>4) Valorar la problemática de la contaminación acústica y lumínica.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los estudiantes presentan un escaso interés hacia estos problemas. 2.- Tienen hábitos poco saludables.
<p>5) Comprender las aplicaciones que tienen las ondas mecánicas y electromagnéticas en la sociedad.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desconocen la relación entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, por lo que no consideran de importancia los aspectos científicos estudiados.
<p>6) Comprender la formación de sombras y eclipses a partir de la propagación rectilínea de la luz.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. No consideran que la luz se propague siempre de forma rectilínea. 2. Creen que las sombras pertenecen al objeto o son una imagen de este. 3. Creen que es la luz y no la ausencia de esta la que interviene en la formación de las sombras. 4. No consideran la existencia de sombras parciales.
<p>7) Comprender el proceso de formación de imágenes</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Creen que la imagen se traslada “ya hecha” desde el objeto o que los rayos son portadores de cada uno de los puntos de la imagen.

	<p>2. Desconocen que la condición para que se forme la imagen es que a cada punto de la pantalla solo debe llegar luz proveniente de un punto del objeto.</p>
<p>8) Conocer el fenómeno de la reflexión y saber aplicarlo a diferentes tipos de espejos.</p>	<p>1. Desconocen la diferencia entre reflexión especular y difusa.</p> <p>2. Desconocen el camino que toman los rayos de luz al interactuar con un espejo.</p> <p>3. Creen que la imagen se forma en la cara del espejo y solo para aquellos objetos colocados frente a este y no, en los lados.</p>
<p>9) Entender cómo se produce la visión</p>	<p>1. Piensan que el ojo juega un papel activo en la visión por lo que presentan dificultades para entender su papel como receptor.</p>
<p>10) Conocer el fenómeno de la refracción y saber aplicarlo a las lentes.</p>	<p>1. Piensan que la desviación de la luz en su propagación puede implicar que no se propaga de forma rectilínea.</p> <p>2. Desconocen como intervienen las lentes en la formación de imágenes.</p> <p>3. Piensan que no es necesario que se conserve la cantidad total de luz al pasar a través de una lente de modo que esta puede aumentar o disminuir.</p>
<p>11) Conocer la relación entre el color de los objetos y la luz que los ilumina.</p>	<p>1. Creen que el color de los cuerpos es una cualidad interna y no depende de la luz que los ilumine.</p>
<p>12) Mostrar la realidad científica desde el punto de vista de la investigación y experimentación.</p>	<p>1. Los estudiantes están acostumbrados a clases magistrales en las que no necesitan intervenir activamente ni realizar experiencias sobre los aspectos estudiados.</p>

Tabla 2.1. Objetivos y dificultades de aprendizaje de la luz y el sonido.

3. Diseños experimentales para contrastar la primera hipótesis

Pondremos a prueba nuestra primera hipótesis, basada en que el escaso uso de la ciencia recreativa en el aula, puede contribuir al desarrollo de actitudes negativas hacia las ciencias, mediante una serie de diseños experimentales.

En primer lugar, utilizaremos un cuestionario para estudiar el interés y las actitudes del alumnado hacia la ciencia escolar y hacia diferentes prácticas metodológicas como la ciencia recreativa, que pueden utilizarse en las clases de ciencias.

Estos resultados los complementaremos junto a una red de análisis de libros de texto de Ciencias de la Naturaleza del primer ciclo de la ESO y que nos permitirán analizar el uso que se realiza de la ciencia recreativa atendiendo tanto a la cantidad de actividades de esta índole como a la forma en la que aparecen introducidas y se abordan.

Por último, utilizaremos un cuestionario para analizar las opiniones de profesores de ciencias que se encuentran en activo, a fin de analizar su conocimiento sobre la ciencia recreativa, si consideran que es una herramienta relevante y qué dificultades encuentran en su uso.

Es importante destacar que previamente se realizó un ensayo piloto para analizar la validez de los cuestionarios, puesto que se utilizó una adaptación de los cuestionarios empleados con anterioridad en las investigaciones de Solbes, Lozano y García-Molina (2008) y Lozano (2012). Además, también se calculó el estadístico Alfa de Cronbach para comprobar la fiabilidad de los mismos. A partir de estos diseños experimentales se obtendrán unos resultados que, analizados detenidamente, nos permitirán extraer unas conclusiones que nos ayudarán a comprobar la primera hipótesis.

3.1 Definiciones básicas

Para corroborar nuestra hipótesis uno de los aspectos que analizaremos, como ya se ha comentado con anterioridad, será el de las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar y es por ello, que resulta relevante dar una definición de lo que entendemos por actitudes.

Además, cabe destacar que según la investigación de Potvin y Hasni (2014) de más de 200 artículos sobre actitud, interés y motivación, estos términos se suelen utilizar de forma bastante libre, sin dar definiciones e incluso utilizándolos como sinónimos.

Hay que tener en cuenta que estos términos se encuentran muy relacionados entre sí, aunque su significado es distinto, por esta razón, y para evitar posibles confusiones, daremos una definición de cada uno de ellos.

De este modo, la actitud la podemos definir como un estado aprendido que crea la tendencia a responder en modos concretos a determinados objetos (Bricheno et al. 2000). Además, se trata de un constructo complejo que contiene muchos subconstructos, entre los cuales se pueden incluir interés, motivación, diversión, dificultad, utilidad, entre otros (George, 2006; Murphy, Ambusaidi y Beggs, 2006).

En cuanto al término de interés que consideramos un subconstructo de la actitud, nos adherimos a la definición enfocada al ámbito científico dada por Pisa (2006) de interés como curiosidad o disposición a buscar información y adquirir conocimientos y destrezas relacionadas con las ciencias.

Para el término de motivación, debemos tener en cuenta la definición de uso frecuente (Potvin y Hasni, 2014) dada por Bandura en 1970, quien la definía como “un estado interno que despierta, dirige y sustenta un comportamiento orientado hacia un objetivo” (Velayutham, Aldridge y Fraser, 2011). Otra definición posible más reciente viene dada por Green (2002) quien la define como “un estado interno que activa, guía, y mantiene la conducta”. No obstante, y dado que el término de motivación lo utilizaremos en el contexto educativo, consideramos que es más relevante para nuestra situación el utilizar

la definición realizada por Palmer (2005) como “cualquier proceso que activa y mantiene un comportamiento predispuesto al aprendizaje”.

Además, la motivación se puede clasificar de diferentes formas, por su carácter sobre el sujeto, encontramos motivación al logro (éxito, placer, satisfacción) y motivación al fracaso (a evitar la frustración o el dolor). Y de igual modo, según sea su carácter interno o externo, se clasifica la motivación del sujeto en intrínseca y extrínseca (Elliot y Church, 1997; Elliot y McGregor, 2001).

De este modo, la motivación extrínseca se refiere al desempeño de una actividad a fin de obtener algún resultado separable, a diferencia de la intrínseca, que hace referencia a realizar una actividad por la satisfacción inherente que esta ocasiona (Ryan y Deci, 2000). De este modo, en la motivación extrínseca se realiza el esfuerzo a cambio de una recompensa, ya sea un premio que da el docente por el trabajo bien hecho, un regalo de los padres, estudiar a fin de conseguir un trabajo concreto, etc. Este tipo de motivación usualmente es la que más se utiliza y aunque puede ser útil para hacer frente a la desmotivación, su efectividad ha sido cuestionada al considerarse que las recompensas tangibles esperadas, pueden tener un efecto negativo (Deci, Koestner y Ryan, 2001).

Además, este aspecto negativo no se produce en la motivación intrínseca, en la que una persona siente un placer instintivo cuando aprende algo nuevo o cuando supera con éxito una tarea compleja. Se crea así, un sentimiento de confianza que hace que el estudiante esté más predispuesto a realizar futuras actividades de aprendizaje tan solo por el placer del éxito al realizarlas (White, 1959).

Así pues, es imprescindible motivar al alumnado, preferentemente promoviendo una motivación intrínseca y para ello encontramos diferentes propuestas más o menos eficaces, como son adecuar tareas al nivel de los estudiantes para garantizar el éxito, dar una buena retroalimentación en la evaluación, hacer comentarios positivos, realizar trabajos en grupo, contextualizar la materia mediante actividades CTSA o realizar experiencias recreativas.

3.2 Diseño del cuestionario de los alumnos

Para analizar las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias se utilizó una adaptación de los cuestionarios previamente empleados en las investigaciones de Solbes, Lozano y García-Molina (2008) y Lozano (2012) para estudiar la actitud y el interés de los estudiantes de 2º ciclo. De este modo, se tomó como base estos cuestionarios y se realizaron una serie de adaptaciones necesarias para poder aplicarlos a los primeros cursos de la ESO.

Además, también se comprobó en una de las primeras versiones del cuestionario adaptado, que dada la gran cantidad de ítems, los estudiantes encontraban dificultad para responder a todos ellos sin saltarse ninguno por accidente. Por ello, en la versión final, se estableció una coloración distinta en las diferentes líneas, facilitando así la tarea de rellenarlo.

En los cuestionarios se siguió la recomendación de utilizar una escala continua (Allen y Seaman, 2007; Treiblmaier y Filzmoser, 2009) ya que de este modo se podía trabajar con parámetros, como la media, de una forma adecuada. Por ello, se permitió a los estudiantes que en los distintos ítems trabajados pudieran asignar una puntuación decimal, trabajando con variables continuas en una escala de intervalo.

Para los distintos cursos en los que se realizó el estudio, el cuestionario fue el mismo, pero cambiando las asignaturas evaluadas en función de las estudiadas en el curso en cuestión. Así pues, el cuestionario utilizado para 2º de la ESO fue el siguiente:

Nombre:	Curso: 2º ESO	Grupo:	Edad:	Sexo:	Centro:
---------	---------------	--------	-------	-------	---------

1.- Valora (de 0 a 10 utilizando decimales si lo consideras necesario) si la enseñanza recibida hasta ahora ha despertado tu interés por la ciencia y la tecnología.... [0= valoración muy negativa... 10= máxima valoración positiva]

2.- Valora de 0 a 10, utilizando decimales si lo consideras necesario, las siguientes razones que te motivan en tu estudio: [0= muy poca motivación... 10= máxima motivación]

Encontrar trabajo		Formarme como ciudadano		Saber más	
Deseo de los padres		Valoración social del título		Saber hacer cosas	

3.- Sugiere actividades que, a tu parecer, hacen o harían más interesantes las asignaturas científicas y tecnológicas:

4.- Valora (de 1 a 4 utilizando decimales si lo consideras necesario) tu forma de ver las siguientes asignaturas, independientemente del profesorado que la imparta:

Asignaturas	Sin interés 1 Muy interesante 4	Inútil 1 Muy útil 4	Muy aburrida 1 Muy divertida 4	Muy difícil 1 Muy fácil 4	Muy teórica 1 Muy práctica 4
Inglés					
Ciencias de la naturaleza					
Matemáticas					
Lengua castellana					
Valenciano					
Educación física					
Ciencias sociales					

Música					
Educación para la ciudadanía					

5.- Valora (de 0 a 10 utilizando decimales si lo consideras necesario) tu interés por las siguientes prácticas metodológicas utilizadas en las asignaturas científicas y tecnológicas: [0= valoración muy negativa ... 10= valoración muy positiva]

Prácticas de laboratorio		Trabajos de taller		Explicaciones teóricas	
Visitas a fábricas, museos...		Uso de juegos y juguetes		Problemas numéricos	
Videos educativos		Comentario de noticias		Tertulias / debates	
Experiencias demostrativas		Trabajos de investigación		Elaboración de murales	
Uso de ordenadores				Role-playing (simulación de situaciones)	

Tabla 3.1. Cuestionario realizado a los alumnos de 2º de la ESO.

Estos cuestionarios constan de 5 cuestiones destinadas a observar las actitudes y motivación del alumnado (cuestiones 1, 2, 4), a la vez que nos muestran aquellas metodologías del proceso de enseñanza-aprendizaje hacia las que más interés sienten los estudiantes (cuestiones 3, 5).

En la primera cuestión se solicita al alumnado que valore su interés hacia la ciencia y la tecnología, permitiéndonos así conocer de una manera general cuál es su actitud hacia esta y cómo varía según el sexo y el curso en cuestión. En cuanto a la segunda cuestión, se solicita la valoración de 6 aspectos que motivan hacia el estudio, 3 relacionados con aspectos de la motivación intrínseca (formarme como ciudadano, saber más y saber hacer cosas) y otros 3 con la extrínseca (encontrar trabajo, deseo de los progenitores, valoración social del título), pudiendo así extraer un valor medio de cada conjunto y ver en qué situación se encuentra la motivación del alumnado.

Para conocer con más detalle las actitudes de los estudiantes según las diferentes asignaturas, pedimos en la cuarta cuestión la valoración de diferentes ítems asociados al interés, utilidad, diversión, facilidad y carácter práctico de las diferentes asignaturas. En esta cuestión a diferencia de las anteriores que se puntuaban de 0 a 10, utilizamos una escala de intervalo de 1 a 4. La razón para realizar este cambio de escala fue la de poder realizar futuras comparaciones con otras investigaciones de actitudes hacia las ciencias, como el proyecto ROSE (Schreiner y Sjøberg, 2004) en el que también se trabaja con una escala de intervalo de 1 a 4. Es importante resaltar que este cambio de la escala, al igual que el uso de decimales, no generó confusión en los estudiantes pues se les explicó detalladamente como valorar los distintos ítems.

Por último, las cuestiones 3 y 5, que no colocamos seguidas para reducir influencias, nos muestran aquellos tipos de metodologías hacia las que los estudiantes se sienten más interesados y que, por tanto, podrán ser útiles para el profesorado, con el fin de mejorar el interés y la actitud hacia las ciencias. La cuestión 3 es de tipo abierto y solicita a los estudiantes actividades que les gustaría realizar en las asignaturas científicas y tecnológicas. De igual modo, la cuestión 5 es similar, pero a diferencia de la anterior, ahora nosotros proponemos las diferentes metodologías y es el alumnado quien las evalúa.

3.2.1 Análisis de fiabilidad del cuestionario

En el cuestionario utilizado, aunque cada ítem aporta información diferente, algunos de ellos se encuentran relacionados y permiten al agruparlos, medir un aspecto concreto, como es el caso de la motivación intrínseca o extrínseca del alumnado o bien de su valoración global de cada asignatura.

En estos casos en los que se va a trabajar con una puntuación resultante de un conjunto de ítems, es importante comprobar que todos están relacionados de forma adecuada con el aspecto que se quiere medir. Es por ello que se utiliza la prueba de Alpha de Cronbach, ya que nos informa sobre la fiabilidad de la escala de medida, al agrupar un conjunto de ítems relacionados para medir un aspecto concreto.

De este modo, hay que tener en cuenta que para cada conjunto de ítems, cuya puntuación global permita evaluar un aspecto concreto, habrá un Alfa de

Cronbach distinto. En este cuestionario, en concreto podremos realizar una agrupación para medir la motivación intrínseca a partir de los tres ítems (formarme como ciudadano, saber más y saber hacer cosas), la motivación extrínseca a partir de (encontrar trabajo, deseo de los progenitores, valoración social del título) y de igual modo, podremos establecer una medida de la visión global de cada asignatura a partir de las puntuaciones de los 5 ítems considerados para cada materia.

Por otro lado, y dado que la investigación se realiza en distintos cursos de secundaria con diferentes asignaturas, consideramos oportuno tomar un grupo piloto de cada curso en los que se fuera a trabajar para poder estudiar la fiabilidad del cuestionario de un modo más exhaustivo.

En la tabla siguiente se encuentran los valores de Alfa de Cronbach obtenidos para cada grupo piloto, siendo N el número de estudiantes que participaron en cada uno de ellos.

Categorías	Nº ítems	Alfa de Cronbach		
		1º (N= 29)	2º (N= 28)	3º (N=27)
Motivación Intrínseca	3	0,75	0,76	0,73
Motivación Extrínseca	3	0,69	0,69	0,77
Inglés	5	0,74	0,72	0,77
Ciencias de la Naturaleza	5	0,71	0,77	-
Matemáticas	5	0,74	0,69	0,67
Lengua Castellana	5	0,79	0,73	0,71
Lengua Autonómica	5	0,82	0,80	0,84
Educación Física	5	0,80	0,71	0,72
Ciencias Sociales	5	0,73	0,76	0,77
Ed. Plástica y Visual	5	0,76	-	-
Tecnología	5	0,72	-	0,68
Música	5	-	0,72	0,78
Ed. Para la ciudadanía	5	-	0,77	-

Biología y Geología	5	-	-	0,80
Física y Química	5	-	-	0,71

Tabla 3.2. Prueba del Alfa de Cronbach.

Los valores obtenidos del Alfa de Cronbach muestran que los cuestionarios presentan una gran fiabilidad puesto que la mayoría de valores se encuentran en torno a 0,7 y 0,8, superando el valor establecido de 0,7 como referente para considerar que hay una buena fiabilidad.

Tan solo, en algún caso se obtienen resultados levemente inferiores a 0,7, pero en general eliminar algún ítem de la agrupación considerada, no produce mejoría o esta es mínima. De todas formas, es posible aceptar valores de Alfa de Cronbach superiores a 0,6 (Morales, 2010) e incluso llegar a utilizar el instrumento en trabajos de investigación su sobrepasa el 0,5 (Schmitt, 1996; Guilford, 1954), por lo que aceptaremos como válidas las agrupaciones de ítems consideradas.

Comprobamos pues, que este cuestionario será válido para nuestra investigación sobre las actitudes de los estudiantes.

3.3 Análisis de los libros de texto

3.3.1 Red de análisis de los textos

La red de análisis de libros de texto se ha aplicado a 20 libros de Ciencias de la Naturaleza, 10 de 1º de ESO y 10 de 2º de ESO (Anexo II), para así estudiar el tratamiento que se realiza de la ciencia recreativa en las principales editoriales de nuestro país. Estos libros son un buen indicador de la enseñanza realizada, ya que son utilizados por la mayor parte del profesorado y son una manifestación del currículo.

Para la elaboración de la red de análisis, tomamos como punto de partida la creada por Lozano (2012), pero dado que esa red de análisis se había creado para analizar libros de Tecnología y Física y Química, no contemplaba algunos de los aspectos que queríamos destacar de los libros de Ciencias de la Naturaleza, por lo que hubo que introducir ciertas adaptaciones.

Por otro lado, el desarrollo de las nuevas tecnologías ha implicado que multitud de editoriales introduzcan junto a las actividades usuales de los libros de texto, elementos digitales, algunos de ellos de carácter recreativo, tales como experiencias o juegos. Es por esta razón, que en esta investigación decidimos no centrarnos solo en aquellos elementos que aparecían en los libros de texto, sino también analizar los elementos digitales que usualmente se introducen mediante enlaces a páginas web.

Esto implicó modificar la red de análisis para contemplar ambas categorías de elementos, indicando de esta forma, si pertenecían propiamente al libro de texto o si se trataban de elementos digitales que se introducían a partir de referencias a páginas web.

Por todo ello, la red de análisis nueva que se diseñó tras algunas revisiones durante el análisis de los libros de texto, es la siguiente:

RED DE ANÁLISIS DE LIBROS DE TEXTO				
Editorial			CURSO	
CARACTERÍSTICAS	Elementos libro		Elementos digitales	
	RECUENTO	TOTAL	RECUENTO	TOTAL
Ítem 1. Nº Elementos de ciencia recreativa				
Ítem 2. Materia implicada				
a) Biología				
b) Geología				
c) Química				
d) Física				
e) Astronomía				
Ítem 3. Tipo de elementos de ciencia recreativa				
a) Juegos				
b) Juguetes				
c) Productos tecnocientíficos				
d) Experiencias lúdicas				
Ítem 4. Lugar donde se introducen				
a) Principio del tema				
b) Final del tema				
c) Márgenes				

d) Integrado en el desarrollo del tema				
e) Anexos				
Ítem 5. Descripción de los elementos				
a) Nombrados				
b) Descritos				
Ítem 6. Lugar de trabajo				
a) Clase				
b) Casa				
Ítem 7. Planteamiento				
a) Como cuestiones científicas				
b) Como actividades procedimentales				
c) Como observación de fenómenos.				
Ítem 8. Nº Actividades de ciencia recreativa		Ítem 9. Nº Total de actividades		
Ítem 10. Nº Imágenes de ciencia recreativa		Ítem 11. Nº Total de imágenes		
Ítem 12. Nº Total de elementos digitales		Ítem 13. Nº Páginas libro		

Tabla 3.3. Red de análisis de los libros de texto.

3.3.2 Criterios de valoración de la red de análisis de textos

A continuación, se presentan los criterios que se han seguido para la valoración de los ítems empleados en el análisis de los textos.

➤ **Ítem 1. Nº de elementos de ciencia recreativa.**

Para comenzar analizamos la cantidad de elementos recreativos que se introducen en los libros de texto, teniendo en cuenta también los elementos digitales que aparezcan. Este ítem ayudará a ver la importancia que se le presta o no las actividades de este tipo.

➤ **Ítem 2. Materia implicada.**

La clasificación de los elementos recreativos según la materia a la que pertenecen, nos permitirá comprobar en qué medida se aborda la ciencia recreativa en las diferentes materias que se tratan en los libros de Ciencias de la Naturaleza, teniendo en cuenta que estos abordan según el tema, conceptos de física, química, biología, geología y astronomía.

Aunque se podría haber englobado la astronomía como una parte de la física, decimos considerarlas como categorías separadas puesto que tradicionalmente y también en los últimos años se han estudiado aspectos de astronomía en la asignatura de Biología y Geología, tal y como recoge el currículum de la LOMCE.

Por otro lado, aunque la física y la química son las ramas de la ciencia recreativa más conocida, en las otras materias científicas también se pueden encontrar, si bien con mayor dificultad, multitud de elementos recreativos. Por tanto, este punto de la red de análisis nos permitirá comprobar en qué medida se buscan elementos recreativos para todas las materias científicas que se abordan a lo largo de los temas o si se limitan a buscar actividades recreativas en aquellos temas que es más fácil encontrarlas.

Ítem 3. Tipo de elementos de ciencia recreativa.

Las actividades de ciencia recreativa que permiten mostrar aspectos curiosos, llamativos y divertidos de la ciencia pueden ser variadas. Es por ello, que podemos clasificarlas en distintas categorías, como experiencias lúdicas, juegos y juguetes.

Además, hemos distinguido una cuarta categoría, los productos tecnocientíficos, para aquellos artilugios que es posible utilizar de una manera lúdica y experimental, pero no corresponden realmente al concepto habitual que se tiene de un juguete. En este sentido, podríamos distinguir por ejemplo el reproductor holográfico, que permite generar imágenes en 3D y aunque nos puede servir para jugar, no corresponde a lo que entendemos normalmente por juguete. Es por ello, que introduciremos este tipo de elementos en la categoría de productos tecnocientíficos.

➤ Ítem 4. Lugar donde se introducen.

En la red de análisis hemos querido diferenciar también el lugar en el que se introducen los elementos recreativos ya que la atención que se preste a estos dependerá en gran medida de su ubicación. En general consideraremos que la ubicación ideal de los elementos será la de encontrarse integrados en el tema, mientras que, si se encuentran al principio o final de este o aún peor, en unos anexos al final del libro se les prestará mucha menos atención. También

consideraremos como una ubicación negativa los márgenes del libro ya que en muchas ocasiones se omite la información que aparece en ellos.

➤ **Ítem 5. Descripción de los elementos.**

Una distinción que hemos querido hacer en este punto es la de diferenciar entre elementos nombrados y elementos descritos en el libro de texto. Los elementos nombrados harán referencia a aquellos elementos recreativos en los que, si bien aparece una referencia en el libro de texto, esta es insuficiente para llevar a cabo de forma correcta la actividad utilizando el material del libro. En esta categoría encontraremos los elementos digitales, puesto que en los libros de texto tan solo hay leves referencias a los mismos y se ha de recurrir a material digital externo al libro para poder desarrollar las actividades asociadas. También encontraremos elementos nombrados en el libro de texto pertenecientes generalmente a imágenes de ciencia recreativa, pero sin propuestas claras de trabajo o muy poco desarrolladas.

Por otro lado, los elementos descritos tendrán una propuesta de trabajo correcta, que permitirá realizar la actividad recreativa de forma adecuada utilizando la información recogida en el libro de texto. En este sentido, debemos tener en cuenta que, si el planteamiento del elemento recreativo en el libro se trata de una forma muy superficial o inadecuada, con gran probabilidad no llegará a realizarse la actividad recreativa.

➤ **Ítem 6. Lugar de trabajo.**

Un aspecto de interés para analizar, es también si los elementos recreativos propuestos son para realizar en clase o en casa. Hay que tener en cuenta que es interesante hacer actividades recreativas en clase a fin de motivar al alumnado, pero lo ideal es que estas no se limiten solo al contexto académico, sino que la ciencia pueda escapar a los hogares de los estudiantes para que estos puedan jugar libremente con ella. Por este motivo es importante que también aparezcan recogidas en los libros de texto actividades recreativas para realizar en casa.

➤ **Ítem 7. Planteamiento.**

Otro aspecto a destacar, es el planteamiento que se realiza de los elementos recreativos, ya que en función de cómo se vaya a trabajar la actividad recreativa,

se podrá estar desarrollando todo el potencial de la misma o en cambio, desaprovechando.

De este modo, distinguiremos tres categorías de actividades. Por un lado, aquellas actividades que solo busquen que los estudiantes observen un fenómeno de la ciencia recreativa, cómo podría ser una imagen de una experiencia con un resultado curioso, pero sin llegar a realizar propiamente la actividad recreativa, sino solo observando su resultado. Este planteamiento será el más inadecuado al no pretender una participación real de los estudiantes en la actividad y basarse más en mostrar un aspecto curioso que en el desarrollo de conocimientos y destrezas.

En segundo lugar, distinguiremos aquellas actividades de ciencia recreativa que realicen los estudiantes con la finalidad de mejorar o adquirir nuevas destrezas, pero sin un planteamiento asociado de cuestiones científicas. Como ejemplos, podríamos poner, el aprender a construir una cocina solar siguiendo una serie de indicaciones o realizar una fabricación casera de fósiles.

Por último, distinguimos aquellas actividades recreativas en las que es la búsqueda de respuestas para determinadas cuestiones, la que da pie a su realización. Estas, por tanto, serán las actividades más provechosas al permitir que los estudiantes desarrollen sus destrezas a la vez que reflexionan y adquieren conocimiento nuevo de la materia planteada.

➤ **Indicadores sobre la frecuencia de aparición de elementos recreativos.**

Aunque el ítem 1 nos indica el número de elementos recreativos que aparecen en cada libro de texto, dada la distinta cantidad de páginas y de actividades que pueden presentar los libros de texto, es conveniente definir nuevos indicadores que tengan en cuenta ya no solo cuantos elementos recreativos se encuentran, sino con qué frecuencia aparecen y cuantas actividades ocupan.

De este modo podemos definir a partir del ítem 1 (Número de elementos recreativos) y el ítem 13 (Nº páginas del libro) el siguiente indicador:

- **Id1:** (Nº Elementos recreativos/Nº Páginas) x100

De igual modo, podremos definir otro indicador que compare la cantidad de actividades de ciencia recreativa (ítem 8) frente al total de actividades que presentan los libros de texto (ítem 9).

- **Id2:** (N° Actividades recreativas/ N° Total de actividades) x100

También, podemos analizar la importancia que se presta a las imágenes de ciencia recreativa en comparación al total de imágenes que aparecen en los libros de texto.

- **Id3:** (N° Imágenes ciencia recreativa/ N° Total de imágenes) x100

Por último, nos es posible definir también un indicador que compare la cantidad de elementos digitales recreativos frente al total de elementos digitales (ítem 12), para ver qué porcentaje de los introducidos son de carácter recreativo.

- **Id4:** (N° Elementos digitales recreativos/ N° Total de elementos digitales) x100

Así, a partir de los indicadores anteriores, podremos distinguir la frecuencia con la que se utilizan los elementos recreativos y la importancia que se les da en los libros de texto.

3.4 Docentes en activo

3.4.1 Diseño del cuestionario

A continuación, se presenta el cuestionario de ciencia recreativa que se ha realizado para profesores en activo. Para la elaboración del mismo se ha tenido en cuenta el cuestionario previo desarrollado por Lozano (2012) para profesores en formación. No obstante, dado que este cuestionario tenía como objetivo analizar las opiniones de profesores en activo y no en formación, tan solo se ha utilizado del cuestionario previo, la última cuestión referente a las prácticas docentes que prefiere el profesorado. Las otras cuestiones planteadas se han diseñado con la finalidad de averiguar la situación en la que se encuentra la ciencia recreativa en las clases de ciencias, a fin de poner a prueba la hipótesis planteada previamente.

En este cuestionario se han recogido algunas variables que pueden permitir clasificar al profesorado participante en la investigación, como son los años de docencia y la especialidad. No obstante, se decidió que este cuestionario fuera anónimo para que los profesores tuvieran una mayor confianza a la hora de expresar su opinión libremente. Por esta razón, no se les pregunta ni el nombre ni el centro al que pertenecen estos docentes.

Comunidad Autónoma del centro escolar:	Género:	Especialidad:	Años de docencia:
--	---------	---------------	-------------------

1.- ¿Crees que puede ser útil introducir actividades de ciencia recreativa “juegos, juguetes y pequeñas experiencias” como parte de la práctica metodológica habitual? ¿Por qué?

2.- Nombra alguna actividad de ciencia recreativa.

3.- ¿Qué dificultades consideras que puedes encontrar a la hora de realizar actividades de ciencia recreativa en las clases?

4.- ¿Con qué frecuencia realizas actividades de ciencia recreativa en las clases?

En todos los temas	
En casi todos los temas.	
En algunos temas.	
Nunca	

5.- Valora (de 0 a 10 pudiendo utilizar decimales) el interés que crees que tienen las siguientes metodologías en tu práctica docente: [0= valoración muy negativa... 10= valoración muy positiva]

Prácticas de laboratorio		Trabajos de taller		Explicaciones teóricas	
Visitas a fábricas, museos...		Uso de juegos y juguetes		Problemas numéricos	
Videos educativos		Comentario de noticias		Tertulias / debates	
Experiencias demostrativas		Trabajos de investigación		Elaboración de murales	
Uso de ordenadores				Role-playing (simulación de situaciones)	

Tabla 3.4. Cuestionario de profesores en activo.

El cuestionario anterior consta de 5 cuestiones destinadas a conocer la situación en la que se encuentra la aplicación de la ciencia recreativa en las clases de ciencias.

Es por ello, que en la primera pregunta, se pretende conocer la opinión del profesorado sobre la utilización de actividades de ciencia recreativa, lo que permitirá ver si los docentes tienen una visión positiva o negativa de esta herramienta.

En la segunda cuestión, se pretende averiguar si las actividades de ciencia recreativa son conocidas por el profesorado, independientemente de cual sea su opinión hacia ellas, razón por la cual se pide nombrar alguna actividad de este tipo que pueda realizarse en el aula.

La tercera cuestión, trata de averiguar las dificultades a las que se enfrenta el profesorado a la hora de aplicar esta herramienta didáctica en las clases, como puede ser la falta de formación, el desconocimiento de actividades de este tipo, el tiempo u otros aspectos que puedan estar influyendo negativamente en que se lleven a cabo estas actividades recreativas.

Otro aspecto a tener en cuenta, aparte de la opinión de los docentes y de sus dificultades, es el de la frecuencia con la que se utilizan las actividades de ciencia recreativa, ya que no tendrá el mismo efecto que se utilice en todos los temas, que sea algo esporádico o incluso, que no llegue a utilizarse. Es por ello, que en la cuestión 4 se pregunta sobre la frecuencia con la que se utilizan estas actividades.

Por último, en la última cuestión, la 5, se pretende conocer la opinión que tiene el profesorado ante distintas prácticas metodológicas que puede utilizar en su actividad docente, incluyendo algunas relacionadas con la ciencia recreativa, como experiencias demostrativas, juegos y juguetes, y otras más tradicionales como los problemas numéricos y las explicaciones teóricas. La preferencia del profesorado de unas prácticas metodológicas frente a otras nos mostrará aquellas que consideran más importantes y que, por tanto, utilizan con una mayor frecuencia.

3.4.2 Entrevistas

A fin de complementar algunos de los resultados de los cuestionarios se realizarán también entrevistas de carácter opcional, a algunos de los docentes que hayan estado de acuerdo con ello. Estas entrevistas, de carácter semi-estructurado, permitirán sacar a relucir la actitud del profesorado hacia la ciencia recreativa, además de la situación actitudinal en la que se encuentra su alumnado.

A través de ellas, podrá observarse que existen matices diferenciales no solo en cuanto al fundamento básico de la utilización o no de la ciencia recreativa en lo referente a la motivación y aprendizaje del alumnado, sino también relativos al mismo planteamiento docente, lo que llevará a plantearse las cuestiones de cuáles son las razones por las que el profesorado utiliza o no, de forma habitual esta herramienta de trabajo.

Veremos en las entrevistas que, a pesar de seguir una línea común de planteamiento, tienen un carácter más abierto para permitir que los docentes puedan manifestar abiertamente sus opiniones y sentirse libres al expresarse sobre la forma en que imparten sus asignaturas y la razón que subyace en ello.

Por tanto, durante la entrevista, se irán combinando las preguntas comunes a todo el profesorado, con otras de un carácter más libre que irán surgiendo conforme nos vayan hablando de su situación docente personal. Así pues, obtendremos una valiosa información a partir de indicadores que no solo confirmarán o no, nuestras hipótesis iniciales, sino que además pueden actuar a modo de guía para indicar el camino de futuras aproximaciones científicas en este campo de investigación.

Consideramos, por tanto, relevantes algunas cuestiones como:

- ¿Llevas muchos años impartiendo asignaturas de ciencias?

Esta pregunta en concreto sería un indicador del grado de experiencia del docente, lo cual puede tener una gran importancia en cuanto a su forma de enseñar. Pero, por otro lado, y como contrapartida, si la experiencia vivida no ha sido buena, podría ser un indicador de que el profesor puede estar cansado de su actividad laboral y por tanto no sentirse motivado en la enseñanza de sus alumnos.

- ¿Te gusta enseñar Ciencias?

Esta pregunta tiene una gran importancia porque un profesor que disfruta enseñando, posiblemente motivará más a sus alumnos que aquel que, pese a su experiencia, se encuentre desmotivado para la enseñanza.

- ¿Utilizas la ciencia recreativa de forma habitual?

Esta cuestión es relevante en nuestra investigación, puesto que está directamente asociada al modo en que se enseñan las ciencias y la visión referida a la utilización de la ciencia recreativa como herramienta cotidiana.

- ¿Crees que existe una relación entre la utilización de la ciencia recreativa y la motivación del alumnado hacia las ciencias?

En lo referente a esta pregunta, la mayoría de las veces, esta cuestión surgía como enlazada a alguna de las otras planteadas durante la entrevista, por lo que rara vez era necesario plantearla de forma directa.

- ¿Crees que tienes los medios necesarios para realizar todas las actividades que te gustaría hacer?

En este caso, la pregunta se fundamenta no solo en la disposición del profesorado hacia esta forma de trabajo, sino también en su consideración de si están o no a su alcance los medios necesarios para introducir en el aula de forma común las actividades de ciencia recreativa, ya que es muy importante saber cuáles pueden ser las limitaciones, bien sean reales o subjetivas, con las que se enfrenta el profesorado a la hora de elegir esta metodología de enseñanza.

4. Presentación y análisis de los resultados de la primera hipótesis

En este apartado se presentan y analizan los resultados obtenidos al aplicar los instrumentos (cuestionarios y análisis de libros de texto) descritos anteriormente. Estos resultados nos permitirán validar la primera hipótesis desde una aproximación múltiple.

Esta hipótesis quedó en su momento formulada como:

El escaso uso de elementos recreativos en el aula, como juegos, juguetes y experiencias lúdicas a lo largo de la educación secundaria, puede contribuir al desarrollo de actitudes negativas hacia las ciencias.

4.1 Análisis de las actitudes del alumnado

4.1.1 Muestra del alumnado

Para conocer las actitudes de los estudiantes y comprobar si se produce una desmotivación y un rechazo hacia las ciencias, se ha realizado el seguimiento de las actitudes de un grupo de estudiantes a lo largo de dos cursos académicos mediante los cuestionarios de actitudes descritos anteriormente.

Este seguimiento actitudinal se ha llevado a cabo en dos centros escolares situados en Valencia, siendo uno de ellos público y el otro concertado. Tras recibir la conformidad tanto por parte de la dirección de los centros como del profesorado implicado, se realizó el pase en dos cursos consecutivos de los cuestionarios de actitudes, explicando detalladamente la forma de rellenarlo y los diferentes ítems que lo componían a los estudiantes.

Para esta parte de la investigación disponemos de dos grupos de alumnos según el año inicial en el que empezaron a medirse sus actitudes. Así, disponemos de un grupo compuesto por estudiantes de 1º de la ESO y a los que se evaluaron sus actitudes en este curso y posteriormente en 2º de la ESO. Y de manera semejante, disponemos de un segundo grupo formado por estudiantes de un

curso superior y a los que se siguió la progresión de sus actitudes entre 2º y 3º de la ESO.

Para la muestra final de cada grupo analizado, solo se han considerado aquellos alumnos que, continuando en el centro, al año siguiente se encontraban en el siguiente curso académico. De este modo se han descartado los casos de aquellos estudiantes que o bien cambiaron de centro, o bien repitieron, ya que para realizar las comparaciones de manera adecuada se necesitaba que los datos estuvieran emparejados.

De este modo, la muestra final tras tener en cuenta la mortalidad de la misma y eliminar algún caso más (alumnado con insuficiente comprensión del idioma, cuestionarios muy incompletos o deficientemente cumplimentados) es de 156 alumnos de 1º-2º de la ESO y de otros 156 alumnos distintos de 2º-3º de la ESO.

Del alumnado de 1º-2º de la ESO, 79 eran chicos (50,64%) y 77 eran chicas (49,36%) habiendo 6 (3,84%) estudiantes que hubieran repetido anteriormente y un 1 (0,64%) estudiante que estuviera avanzado a su curso.

Del alumnado de 2º-3º de la ESO 75 eran chicos (48,08%) y 81 eran chicas (51,92%) habiendo 12 (7,69%) estudiantes que hubieran repetido anteriormente y un solo estudiante (0,64%) que estuviera avanzado a su curso.

4.1.2 Elección de las pruebas

Para contrastar las diferencias entre los diferentes grupos es necesario elegir una prueba estadística adecuada y para ello es necesario conocer si los datos siguen o no una distribución normal. Es por ello que se analiza cada grupo a comparar mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov con corrección de significación de Lilliefors (Anexo I) que compara cada uno con una distribución teórica normalizada.

Al realizar esta prueba, se obtiene un estadístico D de Kolmogorov-Smirnov, junto a una significación asintótica que nos informa de si la distribución es normal o no. Cuando ($p < 0,05$), se considera que los datos no siguen una distribución normal y por ello hay que recurrir a las pruebas no paramétricas.

De este modo, el análisis mostró que prácticamente la totalidad de los grupos a comparar no seguían una distribución normal y dado que solo en el caso de que ambos sigan una distribución normal, pueden utilizarse pruebas paramétricas, la prueba típica de t-Student no era aplicable para estos grupos.

Para la elección de la prueba no paramétrica, se tuvo en cuenta que cuando se estuvieran comparando respuestas que provenían de los mismos individuos, de tal manera que se pudieran emparejar, se trataría de muestras relacionadas y por tanto usaríamos la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon. Por el contrario, cuando las muestras a comparar provinieran de individuos distintos, como cuando estudiamos diferencias de género entre chicos y chicas, en ese caso, las muestras serían independientes y usaríamos la prueba de U de Mann-Whitney.

Estas pruebas permiten calcular una significación asintótica bilateral (p) considerándose que cuando toma valores inferiores a 0,05 ($p < 0,05$), existen diferencias significativas entre los grupos, es decir, que con un nivel máximo de error del 5% podemos descartar que las diferencias entre los grupos se deban al azar. En las tablas siguientes, los valores de la significación asintótica bilateral que verifiquen la existencia de diferencias significativas, estarán etiquetados mediante un asterisco.

Aparte de si hay diferencias significativas, consideramos también adecuado determinar el tamaño del efecto para cada caso ya que esto nos permite estimar si las diferencias que se han producido entre los dos grupos comparados, son grandes o pequeñas.

Los tamaños del efecto tienen una larga e interesante historia (Huberty, 2002) pero la atención actual sobre ellos deriva sobre los trabajos de Cohen (Cohen 1962, 1988, 1994) defendiendo el uso de los mismos. Es por ello que en 1994 la Asociación Estadounidense de Psicología (APA) estableció unas directrices para su cálculo en revistas de psicología. Posteriormente, fueron incorporadas en la quinta edición de Manual de Estilo de Publicaciones (APA, 2001) y de igual modo fueron incluidas en la sexta edición (APA, 2010). En relación a los tamaños del efecto, la sexta edición establece:

“Para que el lector pueda apreciar la magnitud o importancia de los hallazgos de un estudio, es casi siempre necesario incluir alguna medida del tamaño efecto en la sección de Resultados.”

De este modo, los tamaños del efecto permiten a los investigadores apartarse de la simple identificación de la significación estadística y acercarse hacia una descripción cuantitativa más interpretable del tamaño de un efecto (Fritz, C. O.; Morris, P. E.; Richler, J.J., 2012).

Se pueden distinguir multitud de tamaños del efecto en función la normalidad de la muestra y las variables utilizadas. En nuestro caso concreto, como para esta parte de la investigación utilizaremos la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon y la prueba de U de Mann-Whitney, podremos utilizar el coeficiente de correlación, r , como una medida del tamaño del efecto, que obtendremos de la siguiente expresión:

$$r = \frac{Z}{\sqrt{N}}$$

Donde Z es el valor del estadístico que se calcula con las pruebas de Wilcoxon y de Mann-Whitney y N es el número de observaciones, es decir, la suma del número de muestras de los dos grupos que se comparan (Field, 2009; Fritz, Morris y Richler, 2012).

A la hora de realizar una interpretación del mismo, consideraremos su valor absoluto, que es el que presentaremos en las distintas tablas, y lo comparemos de acuerdo a unos umbrales establecidos por Cohen (1988). De este modo, los investigadores actuales, basándose en los umbrales de Cohen, consideran que un valor de 0,1 representa un tamaño del efecto pequeño, 0,3 medio y 0,5 grande (Coolican, 2009, Field, 2009).

Así pues, junto a los diferentes resultados de las medias, mostraremos también los valores de la significación al realizar las comparaciones y los valores absolutos de los tamaños del efecto de las mismas.

4.1.3 Estudio longitudinal 1º-2º de la ESO

En este apartado estudiaremos los resultados obtenidos con el grupo de 1º-2º de la ESO a fin de comprobar si se han producido variaciones en su interés, motivación y actitudes hacia las ciencias entre ambos cursos.

Cuestión 1

En la tabla 4.1 se recogen las comparaciones entre las puntuaciones de los mismos alumnos en 1º y en 2º de la ESO para el ítem de interés hacia la ciencia y tecnología. Se muestran los resultados agrupando todos los alumnos en el grupo denominado total y separándolos por sexo en chicos y chicas para comprobar no solo si se produce una variación del interés hacia las ciencias sino también si esta es diferente según el sexo.

Grupos	1º		2º		P Sign. (b)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Mixto	7,08	1,41	6,77	2,00	0,008*	0,15
Chicos	7,20	1,44	6,86	1,86	0,019*	0,19
Chicas	6,96	1,38	6,67	2,15	0,181	0,11

Tabla 4.1. Comparación del interés hacia la ciencia y la tecnología por cursos.

Podemos apreciar que el interés hacia las ciencias en ambos cursos es cercano a un notable, de modo que, aunque aún podría puntuarse mucho mejor la ciencia y la tecnología, este resultado es bastante positivo, sobre todo en el caso de los chicos en el que las puntuaciones son algo superiores tanto en 1º como en 2º de la ESO. No obstante, sí que se distingue un pequeño descenso en las puntuaciones de las medias en los 3 grupos considerados (mixto, chicos y chicas). Curiosamente, se obtienen diferencias significativas cuando se consideran todos los alumnos, pero cuando se separan por sexo, solo en el caso de los chicos se dan diferencias significativas, no siendo así en el de las chicas. Esto lo podemos entender considerando el tamaño del efecto. En los 3 grupos los valores son bastante pequeños, pero en el caso de los chicos este, es claramente superior al de las chicas, lo que sugiere que, aunque la pérdida de interés hacia las ciencias no ha sido muy elevada, ha sido claramente superior en

los chicos, lo suficiente como para descartar en este caso que las diferencias se deban al azar.

Para complementar los resultados anteriores consideramos también relevante tener en cuenta si podemos apreciar diferencias significativas según el sexo, es decir, si hay una mayor motivación en el caso de los chicos que de las chicas.

Curso	Chicos		Chicas		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
1º	7,20	1,44	6,96	1,38	0,187	0,11
2º	6,86	1,86	6,67	2,15	0,879	0,01

Tabla 4.2. Comparación del interés hacia la ciencia y la tecnología por sexo.

Como vemos en la tabla 4.2 no se detectan diferencias significativas respecto al interés hacia la ciencia y la tecnología según el sexo a pesar de que en ambos cursos la puntuación más alta es para los chicos. Los tamaños del efecto obtenidos también son acordes a esto, pues el valor obtenido para 1º es pequeño y el de 2º de la ESO aún menor. Podemos entender también el valor tan pequeño que toma el tamaño del efecto para 2º pues al haber sufrido los chicos un mayor descenso en las puntuaciones entre 1º y 2º, que las chicas, las puntuaciones en 2º están más equiparadas que en 1º, a pesar de que los chicos siguen puntuando de forma más alta que las chicas. De todas formas, al no haberse obtenido diferencias significativas y ser pequeños los tamaños de efecto, podemos concluir que el interés hacia la ciencia y tecnología es muy similar tanto para chicos como para chicas.

Cuestión 2

Mediante esta cuestión se pretende estudiar la motivación del alumnado hacia los estudios en general y por tanto también hacia estudios científicos, mediante la valoración de 6 aspectos concretos. En la tabla 4.3 se recogen los resultados obtenidos en 1º y 2º de la ESO y que se han representado para facilitar la interpretación de los mismos en la gráfica 4.1.

Ítem	1º		2º		P Sign. (b)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Encontrar trabajo	8,67	1,68	8,56	1,92	0,704	0,02
Formarme como ciudadano	7,42	1,99	6,67	2,10	0,000*	0,22
Saber más	7,82	1,91	7,37	1,89	0,013*	0,14
Deseo de los padres	7,29	2,48	6,35	2,78	0,001*	0,19
Valoración social del título	8,34	1,83	7,79	2,26	0,012*	0,14
Saber hacer cosas	8,27	1,66	7,78	1,67	0,002*	0,18

Tabla 4.3. Estudio de diferentes aspectos motivacionales.

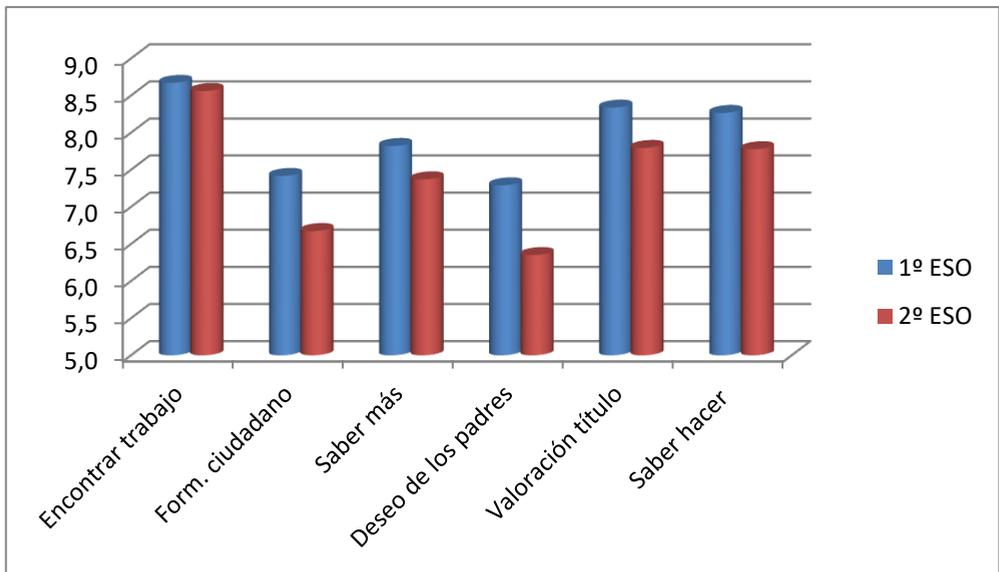


Gráfico 4.1. Estudio de diferentes aspectos motivacionales.

Podemos observar como curiosamente, aunque entre 1º y 2º se produce para todos los ítems un descenso de las medias, se mantiene el orden de preferencia de los diferentes ítems que valoran los estudiantes. Así el orden de preferencia es, de encontrar trabajo, valoración social del título, saber hacer cosas, saber más, formarme como ciudadano y deseo de los padres.

Como vemos, la puntuación más alta en ambos cursos se da en la categoría de *encontrar trabajo*, seguida de la *valoración social del título*, ambas asociadas a la motivación extrínseca. Tras estas dos categorías, distinguimos, en cuanto a la categoría de motivación intrínseca, *saber hacer cosas* y *saber más*. Así predominan como fuente principal de motivación para el estudio, aspectos asociados a la motivación extrínseca y aunque no hay que olvidar que toda forma de motivación es importante, la influencia de una motivación extrínseca puede llegar a ser contraproducente, a diferencia de una motivación intrínseca basada en el deseo de aprendizaje.

Respecto a las diferencias entre 1º y 2º, vemos que, en los 6 ítems considerados, ha habido un descenso de la media y en 5 de ellos se han detectado diferencias significativas. *Encontrar trabajo*, que es el mejor valorado sufre una variación muy pequeña por lo que no presenta diferencias significativas y su tamaño de efecto asociado es muy pequeño. No obstante, considerando los otros 5 ítems que se han evaluado, sí que podemos afirmar que claramente ha habido una desmotivación del alumnado. Al igual que ya pasaba con el descenso de la puntuación interés hacia las ciencias, en estos casos los tamaños del efecto obtenidos son también pequeños. Aun así, estos resultados son una prueba de que la desmotivación y la pérdida de interés son reales.

Como ya habíamos comentado previamente, de los ítems de esta cuestión, 3 estaban relacionados con la motivación intrínseca (*formarme como ciudadano*, *saber más*, *saber hacer cosas*) y los otros 3 con la motivación extrínseca (*encontrar trabajo*, *deseo de los padres*, *valoración social del título*). Resulta pues de interés, calcular el valor medio de estos grupos de 3 variables para poder observar las diferencias de los dos tipos de motivación en cada curso de una forma más sencilla. En la tabla 4.4 se recogen estos resultados.

Grupo	Motivación	1º		2º		P Sign. (b)	r
		Media	D.E.	Media	D.E.		
Mixto	Intrínseca	7,83	1,46	7,27	1,37	0,000*	0,24
	Extrínseca	8,10	1,59	7,57	1,69	0,002*	0,18
Chicos	Intrínseca	7,86	1,49	7,13	1,43	0,000*	0,29
	Extrínseca	8,09	1,32	7,52	1,79	0,023*	0,18
Chicas	Intrínseca	7,81	1,44	7,42	1,31	0,025*	0,18
	Extrínseca	8,11	1,83	7,62	1,58	0,036*	0,17

Tabla 4.4. Estudio de la motivación intrínseca y extrínseca por cursos.

Los valores obtenidos en los diferentes ítems son en todos los casos elevados (entre un 7 y un 8), lo que indica que el alumnado se encuentra en estos cursos motivado. No obstante, revisando los valores de la motivación intrínseca y extrínseca vemos que ya sea considerando el grupo mixto de todos los estudiantes, o bien diferenciando por sexo, en todos los casos se produce un descenso de la media de las puntuaciones y se obtienen diferencias significativas. En este sentido es destacable el caso de las chicas que mientras que para el ítem de interés hacia las ciencias no llegaban a obtenerse diferencias significativas, para estos valores sí que se están detectando, lo que indica que hay una desmotivación hacia los estudios.

Atendiendo a los tamaños de efecto, todos se encuentran entre un valor pequeño y medio por lo que la desmotivación que se da tampoco es muy elevada. Sobre todo, resulta destacable el caso de la motivación intrínseca de los chicos pues es la que presenta un mayor descenso en la media, 0,73 puntos y tiene un tamaño del efecto que es prácticamente el doble que el de la motivación extrínseca y de los que presentan las chicas. Este hecho es acorde con los resultados ya obtenidos hacia el interés de las ciencias, puesto que era justamente el grupo formado por los chicos el que perdía más interés hacia las ciencias y ahora es el que presenta un mayor descenso en relación a la motivación intrínseca.

Continuando con las diferencias de género, resulta relevante también comparar la motivación de los chicos y chicas para ver si se detectan diferencias significativas. Estos resultados se encuentran en la tabla 4.5.

Curso	Motivación	Chicos		Chicas		P Sign. (bl)	r
		Media	D.E.	Media	D.E.		
1º	Intrínseca	7,86	1,49	7,81	1,44	0,766	0,02
	Extrínseca	8,09	1,32	8,11	1,83	0,336	0,08
2º	Intrínseca	7,13	1,43	7,42	1,31	0,180	0,11
	Extrínseca	7,52	1,79	7,62	1,58	0,622	0,04

Tabla 4.5. Estudio de la motivación intrínseca y extrínseca por sexos.

A partir de la tabla anterior vemos que las puntuaciones obtenidas para ambos tipos de motivación son muy semejantes tanto para los chicos como para las chicas y en ningún caso se han detectado diferencias significativas. De igual modo los valores del tamaño de efecto son pequeños o incluso prácticamente nulos en algunos casos, lo que nos indica que la motivación al estudio para estos cursos es semejante para chicos y chicas, a pesar de que sí que hemos visto en la tabla 4.4 que para los chicos se producía un descenso de las puntuaciones con un tamaño del efecto mayor para la puntuación de motivación intrínseca.

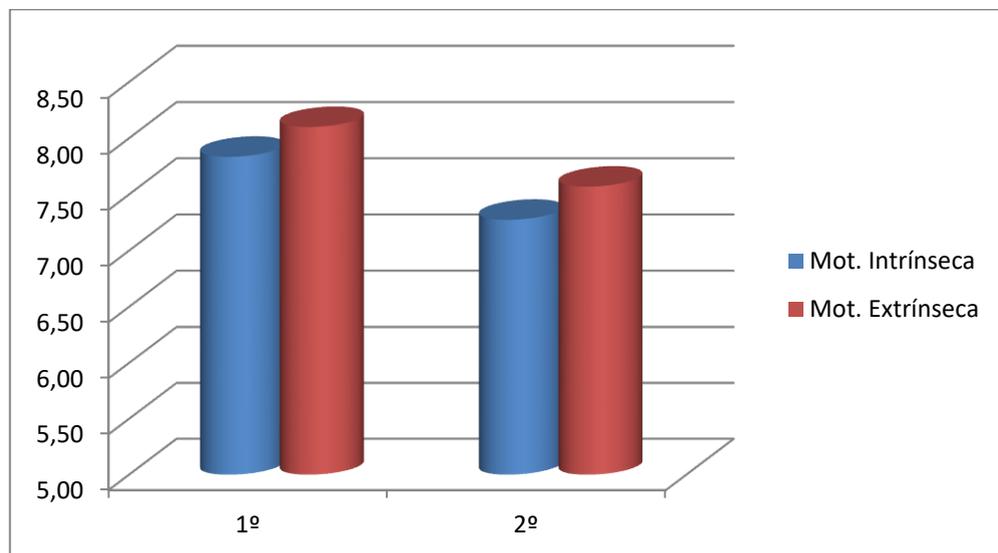
Por último, conviene analizar si es posible detectar diferencias significativas entre la motivación intrínseca y extrínseca, ya que como hemos comentado previamente, lo ideal sería que predominaran los aspectos intrínsecos, pero en cambio, los dos ítems mejor puntuados (encontrar trabajo y valoración social del título) pertenecían a la categoría de motivación extrínseca.

Curso	Mot. Intrínseca		Mot. Extrínseca		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
1º	7,83	1,46	8,10	1,59	0,098	0,09
2º	7,27	1,37	7,57	1,69	0,011*	0,14

Tabla 4.6. Diferencias entre la motivación intrínseca y extrínseca.

Tanto para 1º como para 2º, los valores más elevados los obtiene la motivación extrínseca, aunque solo se detectan diferencias significativas en 2º de la ESO sin poder descartar el efecto del azar en las diferencias de 1º. No obstante, no hay grandes diferencias entre ambos tipos de motivación, como podemos observar por los pequeños valores de los tamaños del efecto. Así pues, aunque predomina la motivación extrínseca, que no es lo ideal, sí que vemos que en general, ambas toman buenos valores y las diferencias entre ellas en los dos cursos son pequeñas.

Estas comparaciones sobre la motivación en ambos cursos, se pueden visualizar en la gráfica 4.2 en la que podemos comprobar claramente el descenso que se produce de los valores asociados a la motivación intrínseca y extrínseca, obteniendo mejores puntuaciones esta última.



Gráfica 4.2. Comparación de la motivación por cursos.

Cuestión 4

Esta cuestión la trataremos previamente a la 3, ya que está más relacionada con la 1 y la 2 que la tercera. Como ya comentamos anteriormente, la cuestión 3 estaba directamente relacionada con la 5, pero a fin de reducir las influencias entre ambas, decidimos no ponerlas seguidas.

En la cuestión 4, se solicitaba a los estudiantes que valorasen del 1 al 4 cinco aspectos de las asignaturas que estudiaban (1 máxima valoración negativa, 4 máxima valoración positiva), intentando siempre evaluar su visión de la asignatura y no del docente que la impartía. De este modo, se evaluó el interés, la utilidad, la diversión, la facilidad y el aspecto práctico de las diferentes asignaturas.

Los resultados asociados al interés de las diferentes asignaturas y que se encuentran recogidos en la tabla 4.7 son los siguientes:

Estudio del interés						
Asignaturas	1º		2º		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Inglés	2,79	0,82	2,95	0,75	0,098	0,09
Ciencias de la Naturaleza	3,39	0,64	3,26	0,64	0,042*	0,12
Matemáticas	2,83	0,88	2,80	0,77	0,689	0,02
Lengua Castellana	2,78	0,80	2,71	0,76	0,490	0,04
Lengua Autonómica	2,27	0,86	2,12	0,75	0,189	0,07
Educación Física	3,36	0,72	3,15	0,78	0,014*	0,14
Ciencias Sociales	3,05	0,85	2,81	0,79	0,016*	0,14
Ed. Plástica y Visual	2,65	0,94	-	-	-	-
Tecnología	2,69	0,96	-	-	-	-
Música	-	-	1,78	0,87	-	-
Ed. para la Ciudadanía	-	-	3,09	0,70	-	-

Tabla 4.7. Estudio del interés por cursos.

Como se pedía a los estudiantes, valorar el interés hacia las ciencias del 1 al 4 siendo 1 sin interés y 4 muy interesante, se podría considerar que la puntuación neutra se encontraría en un 2,5 por lo que puntuaciones superiores tendrían un significado positivo hacia el interés y las inferiores uno negativo.

Aunque en la tabla anterior se muestran las puntuaciones de todas las asignaturas, no se han podido estudiar en todos los casos las diferencias entre 1º y 2º debido a que algunas asignaturas solo se dan en uno de los cursos. No obstante, y aunque en estos casos no resulte posible ver la evolución de las puntuaciones entre 1º y 2º, sí que consideramos importante el ver cómo son percibidas por los estudiantes en el curso en cuestión.

De este modo, vemos que lo más destacable es lo bien valorada que está la asignatura de Ciencias de la Naturaleza tanto en 1º como en 2º, ya que en ambos cursos es la asignatura que se considera más interesante. Para esta asignatura en concreto, sí que se han obtenido diferencias significativas entre 1º y 2º habiendo un descenso del interés, aunque pequeño, tal y como observamos con la ligera variación de las medias y con el valor del tamaño del efecto que es pequeño.

Con respecto a las otras asignaturas de ciencias, Matemáticas y Tecnología, vemos que ambas reciben valoraciones positivas, por encima del 2,5, aunque tampoco demasiado buenas, pues ninguna llega ni siquiera a un 3 lo que viene a indicar que el interés hacia estas asignaturas de ciencias, es claramente inferior al de Ciencias de la Naturaleza.

Un aspecto que llama la atención es que en ambos cursos todas las asignaturas reciben en mayor o menor grado valoraciones positivas, con la salvedad de Música que solo alcanza un 1,78. En general tampoco hay grandes cambios en cuanto a la puntuación de las asignaturas de un curso a otro, aunque sí que se observa una pequeña bajada en la valoración de todas las asignaturas a excepción de Inglés. No obstante, tan solo se han encontrado diferencias significativas, aparte de en Ciencias de la Naturaleza, en Educación Física y Ciencias Sociales, aunque en todos los casos hay un tamaño de efecto pequeño, por lo que este aspecto de la actitud hacia estas asignaturas no sufre grandes cambios.

Atendiendo ahora a la utilidad de las diferentes asignaturas cuyos resultados se recogen en la tabla 4.8, vemos que la asignatura mejor valorada en ambos cursos es, en este caso, Inglés seguida de Matemáticas y Ciencias de la Naturaleza. Al igual que pasaba con el interés hacia las ciencias, la mayor parte de asignaturas reciben valoraciones positivas con la salvedad de la Lengua

Autonómica, Tecnología y Educación para la Ciudadanía, aunque las puntuaciones de estas están cercanas al 2,5 por lo que tampoco son excesivamente negativas.

Estudio de la utilidad						
Asignaturas	1º		2º		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Inglés	3,60	0,71	3,77	0,40	0,013*	0,14
Ciencias de la Naturaleza	3,22	0,62	3,05	0,68	0,019*	0,13
Matemáticas	3,47	0,70	3,42	0,71	0,366	0,05
Lengua Castellana	3,09	0,83	3,05	0,70	0,592	0,03
Lengua Autonómica	2,43	0,93	2,38	0,81	0,588	0,03
Educación Física	3,02	0,89	2,82	0,84	0,030*	0,12
Ciencias Sociales	3,08	0,69	2,79	0,81	0,002*	0,17
Ed. Plástica y Visual	2,23	0,83	-	-	-	-
Tecnología	2,46	0,94	-	-	-	-
Música	-	-	2,81	0,83	-	-
Ed. para la Ciudadanía	-	-	2,36	1,00	-	-

Tabla 4.8. Estudio de la utilidad por cursos.

Con respecto a las diferencias entre 1º y 2º en cuanto a la utilidad, al igual que pasaba con el interés, aquí también vemos que las medias de 2º aunque muy cercanas a las de 1º, en todos los casos son inferiores, a excepción de la asignatura de Inglés, en la que se encuentran diferencias significativas junto a una mejora de la puntuación, aunque de forma pequeña, como indica el tamaño del efecto. Por otro lado, Ciencias de la Naturaleza también presenta diferencias significativas, al igual que Educación Física y Ciencias Sociales, habiendo una disminución en la valoración de cada materia, aunque con tamaños de efecto pequeños.

En la tabla 4.9 se recogen los resultados sobre el carácter aburrido o divertido de las diferentes asignaturas:

Estudio del carácter divertido						
Asignaturas	1º		2º		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Inglés	2,58	0,74	2,73	0,84	0,088	0,10
Ciencias de la Naturaleza	2,96	0,66	2,86	0,72	0,216	0,07
Matemáticas	2,64	0,86	2,53	0,78	0,158	0,08
Lengua Castellana	2,39	0,83	2,41	0,73	0,980	0,00
Lengua Autonómica	2,06	0,78	1,99	0,74	0,278	0,06
Educación Física	3,48	0,74	3,31	0,70	0,025*	0,13
Ciencias Sociales	2,51	0,81	2,27	0,81	0,007*	0,15
Ed. Plástica y Visual	2,71	0,97	-	-	-	-
Tecnología	2,56	0,95	-	-	-	-
Música	-	-	2,30	0,81	-	-
Ed. para la Ciudadanía	-	-	2,38	1,05	-	-

Tabla 4.9. Estudio del carácter divertido o aburrido por cursos.

En cuanto al carácter divertido de las asignaturas, la mejor valorada tanto en 1º como en 2º es Educación Física, seguida de Ciencias de la Naturaleza. Las otras asignaturas de ciencias, Matemáticas y Tecnología también reciben valoraciones positivas, aunque muy cercanas al 2,5 que indicarían el valor neutral.

Al igual que los casos anteriores, en general hay pocas variaciones entre 1º y 2º de la ESO, como explican los pequeños valores del tamaño del efecto y el hecho de que en ninguna asignatura de ciencias se hayan encontrado diferencias significativas. No obstante, sí que observamos la tendencia ya vista en los aspectos analizados previamente de que, en general, salvo para la asignatura de Inglés, las medias de 2º poseen puntuaciones algo inferiores a las de 1º, aunque

en la mayoría de casos no se detectan diferencias significativas. Tan solo en el caso de Educación Física y de Ciencias Sociales en donde aparecen diferencias significativas, aunque con tamaños de efecto pequeños.

En la tabla 4.10 se recogen los resultados referidos a la dificultad de las asignaturas siendo (1 muy difícil y 4 muy fácil):

Estudio de la facilidad						
Asignaturas	1º		2º		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Inglés	2,60	0,90	2,60	0,77	0,835	0,01
Ciencias de la Naturaleza	2,80	0,70	2,73	0,62	0,313	0,06
Matemáticas	2,50	0,93	2,36	0,86	0,202	0,07
Lengua Castellana	2,72	0,77	2,90	0,68	0,049*	0,11
Lengua Autonómica	2,89	0,83	2,83	0,84	0,339	0,05
Educación Física	3,31	0,79	3,24	0,70	0,363	0,05
Ciencias Sociales	2,45	0,81	2,27	0,82	0,035*	0,12
Ed. Plástica y Visual	2,75	0,93	-	-	-	-
Tecnología	2,76	0,91	-	-	-	-
Música	-	-	2,87	0,88	-	-
Ed. para la Ciudadanía	-	-	2,36	0,97	-	-

Tabla 4.10. Estudio de la dificultad por cursos.

Al igual que pasaba en el estudio del carácter divertido, en cuanto a la facilidad, la asignatura mejor puntuada tanto en 1º como en 2º vuelve a ser Educación Física. Respecto a las asignaturas de ciencias, en este caso Ciencias de la Naturaleza, del mismo modo que Tecnología, reciben puntuaciones moderadamente positivas, sin embargo, la asignatura de Matemáticas está peor valorada ya que en 1º obtiene una puntuación neutra de 2,5 y pasa a una valoración negativa en 2º.

En general, tampoco hay grandes diferencias entre los dos cursos ya que en todos los casos los tamaños de efecto son pequeños y solo se han encontrado diferencias significativas para Lengua Castellana, que mejora la puntuación y Ciencias Sociales que la baja. Las otras asignaturas, aunque no presentan diferencias significativas, sí que bajan levemente la media, a excepción de Inglés que se mantiene en el mismo valor.

En la tabla 4.11, se muestran los resultados del carácter práctico de las diferentes asignaturas:

Estudio del carácter práctico						
Asignaturas	1º		2º		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Inglés	2,63	0,85	2,78	0,81	0,172	0,08
Ciencias de la Naturaleza	2,28	0,83	2,21	0,85	0,410	0,05
Matemáticas	3,23	0,90	2,89	0,95	0,002*	0,18
Lengua Castellana	2,30	0,96	2,40	0,86	0,266	0,06
Lengua Autónoma	2,50	0,91	2,58	0,90	0,333	0,05
Educación Física	3,53	0,72	3,53	0,74	0,929	0,01
Ciencias Sociales	2,03	0,88	1,78	0,87	0,014*	0,14
Ed. Plástica y Visual	3,11	0,99	-	-	-	-
Tecnología	2,65	0,98	-	-	-	-
Música	-	-	3,41	0,62	-	-
Ed. para la Ciudadanía	-	-	3,38	0,76	-	-

Tabla 4.11. Estudio del carácter práctico por cursos.

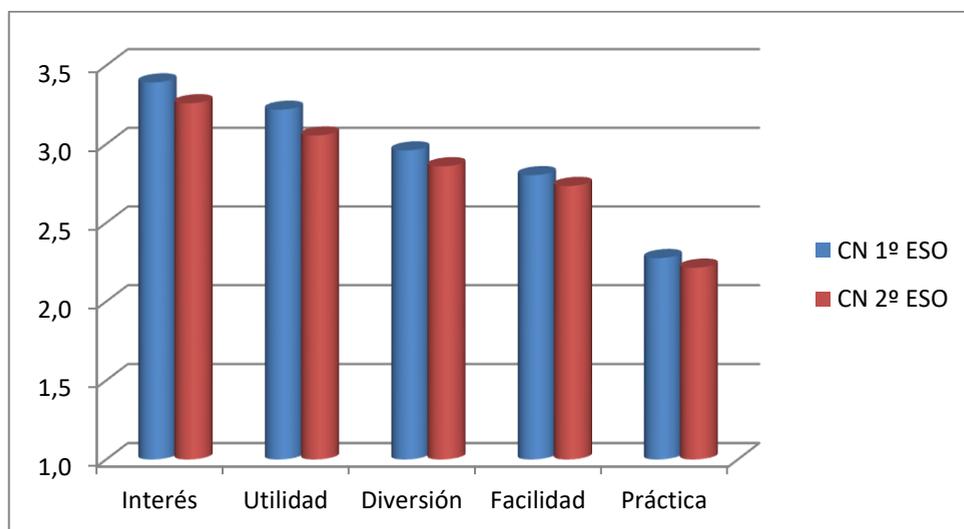
Lo más destacable de los resultados de la tabla 4.11, es lo mal puntuada que se encuentra la asignatura de Ciencias de la Naturaleza a diferencia de los otros aspectos en los que siempre recibía buenas valoraciones. Tanto en 1º como en 2º vemos que su puntuación está claramente por debajo de la puntuación neutra

del 2,5 indicando que el alumnado tiene una visión teórica de la misma. Este hecho es preocupante, ya que se trata de una asignatura que pertenece a la categoría de las ciencias experimentales en la que la investigación y experimentación deberían ser importantes y manifestarse mediante la realización prácticas de laboratorio, pequeñas experiencias en clase o cualquier otro tipo de actividades prácticas acordes a la materia.

Las otras asignaturas de ciencias no presentan esta visión teórica pues Matemáticas está muy bien puntuada y Tecnología recibe una valoración moderadamente positiva, lo que demuestra que la problemática de ver las ciencias como una asignatura teórica se manifiesta sobre todo en Ciencias de la Naturaleza en estos cursos.

Por otro lado, atendiendo a las diferencias entre 1º y 2º, encontramos diferencias significativas para Matemáticas y Ciencias Sociales que, en ambos casos, bajan la media, aunque de forma moderada y con tamaños de efecto bastante pequeños. Para las otras asignaturas no se detectan diferencias significativas y los tamaños de efecto aún son menores por lo que no hay grandes diferencias entre 1º y 2º.

Ya que posteriormente, continuaremos la investigación centrándonos en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza (CN), a continuación, mostraremos en la gráfica 4.3 una representación de los resultados anteriores para esta materia.



Gráfica 4.3. Actitudes hacia las Ciencias de la Naturaleza.

Como vemos en la gráfica 4.3, en todos los ítems de Ciencias de la Naturaleza ha habido un leve descenso en las puntuaciones entre 1º y 2º aunque como ya hemos comprobado anteriormente, solo en los aspectos de interés y utilidad es donde se han llegado a encontrar diferencias significativas.

Continuando con el estudio del total de asignaturas, una forma de poder evaluar a un nivel más global la actitud que presenta el alumnado hacia las mismas, es la de considerar en conjunto los 5 aspectos que han evaluado de cada asignatura, para lo cual hemos calculado su media y realizado las comparaciones correspondientes en la tabla 4.12.

Valoración global						
Asignaturas	1º		2º		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Inglés	2,84	0,62	2,96	0,51	0,062	0,11
Ciencias de la Naturaleza	2,93	0,48	2,82	0,48	0,022*	0,13
Matemáticas	2,94	0,61	2,80	0,56	0,028*	0,12
Lengua Castellana	2,65	0,63	2,69	0,50	0,524	0,04
Lengua Autonómica	2,43	0,62	2,38	0,50	0,474	0,04
Educación Física	3,34	0,59	3,21	0,54	0,023*	0,13
Ciencias Sociales	2,62	0,59	2,38	0,58	0,000*	0,20
Ed. Plástica y Visual	2,69	0,74	-	-	-	-
Tecnología	2,62	0,76	-	-	-	-
Música	-	-	2,90	0,54	-	-
Ed. para la Ciudadanía	-	-	2,57	0,71	-	-

Tabla 4.12. Media de los 5 aspectos evaluados por cursos.

En la tabla 4.12 observamos que la valoración global, considerando los 5 aspectos que evaluamos (interés, utilidad, diversión, dificultad, carácter práctico), en general es positiva para todas las asignaturas de esta etapa

educativa, pues tan solo reciben puntuaciones inferiores a la puntuación neutra de 2,5 Lengua Autonómica en 1º y 2º y Ciencias Sociales en 2º.

Atendiendo a las asignaturas de ciencias, vemos que están muy bien valoradas, sobre todo en 1º, ya que tras Educación Física, que es la que tiene la puntuación más alta en 1º, distinguimos a Matemáticas y a Ciencias de la Naturaleza. En segundo curso también reciben buenas puntuaciones, aunque además de Educación Física, las superan Inglés y Música.

Respecto a las diferencias entre 1º y 2º, encontramos diferencias significativas en cuatro asignaturas (Ciencias de la Naturaleza, Matemáticas, Educación Física y Ciencias Sociales) habiéndose producido en los cuatro casos, un descenso de la puntuación media. Este hecho nos indica que hay un empeoramiento de las actitudes que tienen los estudiantes hacia algunas de las asignaturas, destacándose en el ámbito científico, pues las dos asignaturas de ciencias que podemos comparar entre 1º y 2º, Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas muestran diferencias significativas. La asignatura de Tecnología, en este sentido, se queda al margen pues al no darse en 2º, no es posible compararla como las otras dos.

De todas formas y a pesar de la existencia de un empeoramiento de las actitudes en varias asignaturas entre estos dos cursos, se produce de una forma leve como nos indican los pequeños valores del tamaño de efecto para cada asignatura. Tan solo en la asignatura de Ciencias Sociales es un poco más elevado, aunque su valor sigue siendo pequeño pues sigue alejado de un valor de 0,3 que indicaría un tamaño de efecto medio.

En cuanto a las diferencias de género, en relación al interés hacia las ciencias y la motivación, no se llegaron a encontrar diferencias significativas. No obstante, podemos profundizar en este aspecto a fin de ver si hay diferencias destacables en las actitudes entre chicos y chicas hacia las distintas asignaturas.

Valoración global en 1º						
Asignaturas	Chicos		Chicas		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Inglés	2,78	0,67	2,90	0,56	0,523	0,05
Ciencias de la Naturaleza	2,94	0,52	2,92	0,44	0,825	0,02
Matemáticas	2,91	0,68	2,96	0,53	0,905	0,01
Lengua Castellana	2,52	0,63	2,79	0,60	0,006*	0,22
Lengua Autonómica	2,43	0,64	2,43	0,59	,0,852	0,01
Educación Física	3,45	0,53	3,22	0,62	0,012*	0,20
Ciencias Sociales	2,69	0,63	2,56	0,55	0,092	0,13
Ed. Plástica y Visual	2,67	0,72	2,71	0,76	0,466	0,06
Tecnología	2,78	0,74	2,47	0,75	0,007*	0,22

Tabla 4.13. Actitudes hacia las materias en 1º según el sexo.

A partir de los resultados de la tabla 4.13, comprobamos que en las asignaturas de ciencias hay pocas diferencias entre chicos y chicas. Así, para Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas no se han encontrado diferencias significativas y además los tamaños de efecto obtenidos son casi nulos. Donde sí que se han encontrado diferencias significativas es en Tecnología, que recibe mejores puntuaciones en el caso de los chicos con un tamaño del efecto que, aunque no es muy grande, sí que es claramente superior a los de las otras asignaturas de ciencias.

Respecto a las otras asignaturas de ámbito no científico, hay diferencias significativas en Lengua Castellana, que es preferida por las chicas, y en Educación Física, preferida por los chicos, aunque las diferencias son del mismo orden que en Tecnología y por tanto no son muy grandes.

Combinación de los 5 aspectos en 2º						
Asignaturas	Chicos		Chicas		P Sign. (b)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Inglés	2,90	0,54	3,03	0,48	0,090	0,14
Ciencias de la Naturaleza	2,87	0,49	2,78	0,46	0,106	0,13
Matemáticas	2,71	0,57	2,89	0,54	0,080	0,14
Lengua Castellana	2,59	0,51	2,80	0,47	0,005*	0,23
Lengua Autonómica	2,36	0,55	2,40	0,45	0,523	0,05
Educación Física	3,31	0,59	3,11	0,47	0,005*	0,23
Ciencias Sociales	2,47	0,60	2,29	0,55	0,032*	0,17
Música	2,78	0,55	3,02	0,50	0,007*	0,22
Ed. para la Ciudadanía	2,40	0,72	2,75	0,66	0,006*	0,22

Tabla 4.14. Actitudes hacia las materias en 2º según el sexo.

En la tabla 4.14 se recogen los resultados de las diferencias de género para 2º de la ESO. En este caso, no se han encontrado diferencias significativas para ninguna asignatura de ciencias, pues al igual que en el curso previo, Matemáticas y Ciencias de la Naturaleza no presentan diferencias significativas y en este curso no se imparte la asignatura de Tecnología, por lo que el no encontrar tales diferencias en ciencias es acorde a los resultados ya visto en 1º.

De igual modo a como pasaba en 1º, en 2º sigue habiendo diferencias significativas en Lengua Castellana, que es mejor puntuada por las chicas y en Educación Física, por los chicos. La asignatura de Ciencias Sociales, que era la que sufría un mayor descenso en puntuación entre 1º y 2º, aunque en 1º no presentaba diferencias significativas respecto al sexo, en 2º sí lo hace, habiendo una preferencia por parte de los chicos hacia esta asignatura.

Las otras dos asignaturas de 2º de la ESO que no se daban en 1º, Música y Educación para la Ciudadanía, también presentan diferencias significativas, habiendo una preferencia hacia ellas por parte de las chicas.

De todas formas, como ya sucedía en 1º, las asignaturas con diferencias significativas en relación al género, no alcanzan valores de tamaño de efecto muy altos, pues estos son del orden de 0,2 y no es hasta 0,3 que se considera que tienen un valor medio, por lo que las diferencias de género, aunque existen, no son muy grandes en ninguno de los dos cursos considerando la visión global de la asignatura.

Ya que posteriormente continuaremos la investigación, centrándola en Ciencias de la Naturaleza, consideramos relevante estudiar con mayor detalle las diferencias de género que puedan haber en esta asignatura, considerando cada aspecto evaluado por separado.

CN 1º ESO						
Aspectos	Chicos		Chicas		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Interés	3,43	0,66	3,35	0,62	0,274	0,09
Utilidad	3,13	0,66	3,30	0,57	0,102	0,13
Diversión	2,97	0,67	2,95	0,66	0,830	0,02
Facilidad	2,83	0,83	2,78	0,55	0,572	0,05
Práctica	2,34	0,90	2,21	0,75	0,245	0,09

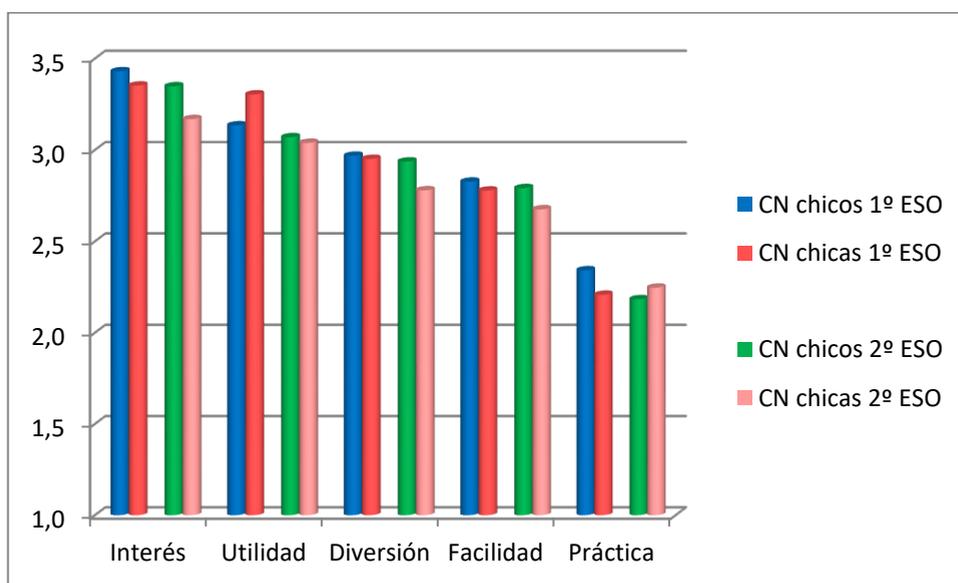
Tabla 4.15. Diferencias de género en Ciencias de la Naturaleza de 1º.

CN 2º ESO						
Aspectos	Chicos		Chicas		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Interés	3,35	0,62	3,17	0,66	0,096	0,13
Utilidad	3,07	0,70	3,04	0,67	0,575	0,04
Diversión	2,94	0,73	2,78	0,70	0,081	0,14
Facilidad	2,79	0,66	2,68	0,57	0,178	0,11
Práctica	2,18	0,87	2,25	0,83	0,552	0,05

Tabla 4.16. Diferencias de género en Ciencias de la Naturaleza de 2º.

Las tablas anteriores muestran que al igual que veíamos con la combinación de los 5 aspectos, las diferencias entre chicos y chicas no son muy elevadas y no llegan a encontrarse diferencias significativas. No obstante, sí que vemos que en ambos subgrupos los ítems de interés, diversión y facilidad están mejor puntuados por los chicos en ambos cursos, mientras que la parte de utilidad y práctica dependen del curso considerado.

Para una mayor claridad de estas diferencias, en la gráfica 4.4 se recogen los resultados expuestos en las tablas 4.15 y 4.16 pudiendo así observarse que salvo alguna excepción en casi todos los ítems las puntuaciones de los chicos son levemente superiores. Por tanto, sí que parece haber una cierta actitud positiva mayor en los chicos hacia Ciencias de la Naturaleza, que si bien no llega a ser muy grande, sí que se caracteriza por puntuaciones mejores en la mayoría de ítems.



Gráfica 4.4. Actitudes hacia las Ciencias de la Naturaleza por sexos.

Cuestión 3

Esta cuestión es una pregunta abierta mediante la que se pretende averiguar aquellos elementos que el alumnado considera que harían más interesantes las asignaturas científicas y tecnológicas. En la tabla 4.17 se presentan las

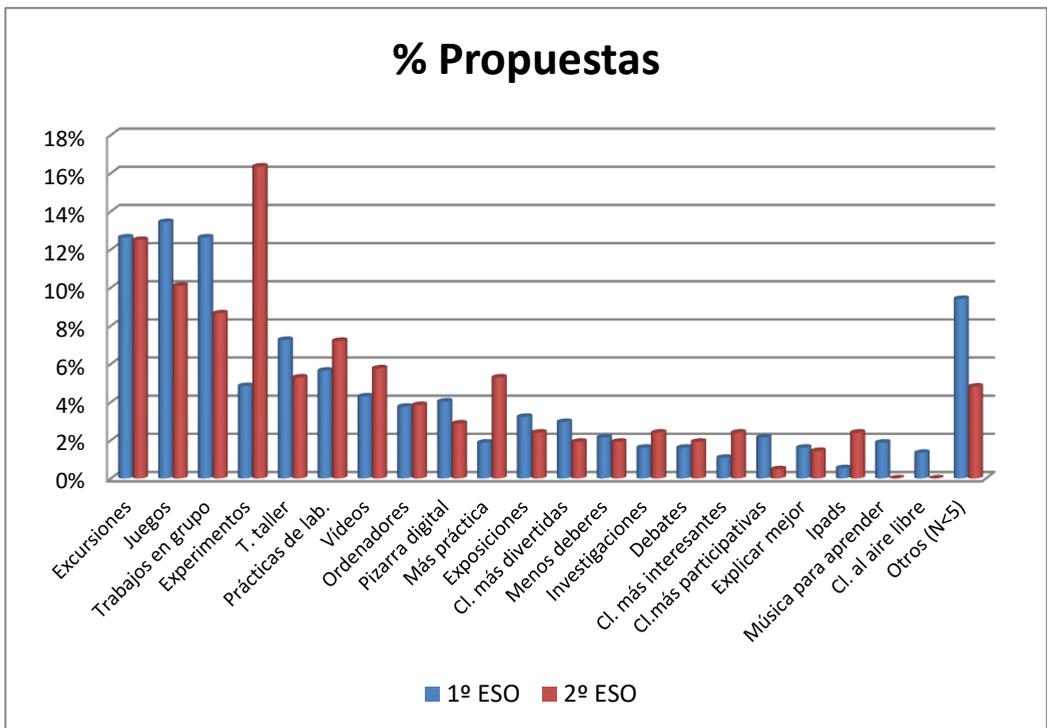
propuestas mayoritarias realizadas por el alumnado en los cursos de 1º y 2º, separándolas según el curso a fin de poder no solo estudiar las propuestas por el alumnado, sino también las variaciones que han sufrido de un curso académico a otro.

De este modo, en la tabla 4.17 se recogen las diferentes categorías de propuestas, mostrando por separado aquellas que al menos se han propuesto en 5 ocasiones en uno de los cursos en cuestión. Para los casos en los que no se ha llegado a 5 propuestas en ninguno de los dos cursos, al tratarse ya de un porcentaje muy bajo, se han agrupado en otros.

PROPUESTAS	1º		2º		Global	
	N	%	N	%	N	%
Más excursiones	47	12,63	26	12,50	73	12,59
Más juegos	50	13,44	21	10,10	71	12,24
Trabajos en grupo	47	12,63	18	8,65	65	11,21
Más experimentos	18	4,84	34	16,35	52	8,97
Más trabajos de taller	27	7,26	11	5,29	38	6,55
Prácticas de laboratorio	21	5,65	15	7,21	36	6,21
Más vídeos	16	4,30	12	5,77	28	4,83
Uso de ordenadores	14	3,76	8	3,85	22	3,79
Uso de pizarra digital	15	4,03	6	2,88	21	3,62
Más práctica	7	1,88	11	5,29	18	3,10
Más exposiciones	12	3,23	5	2,40	17	2,93
Clases más divertidas	11	2,96	4	1,92	15	2,59
Menos ejercicios y deberes	8	2,15	4	1,92	12	2,07
Más investigaciones	6	1,61	5	2,40	11	1,90
Más debates	6	1,61	4	1,92	10	1,72
Clases más interesantes	4	1,08	5	2,40	9	1,55
Clases más participativas	8	2,15	1	0,48	9	1,55

Explicar mejor	6	1,61	3	1,44	9	1,55
Utilización de Ipads	2	0,54	5	2,40	7	1,21
Utilización de música para aprender	7	1,88	0	0,00	7	1,21
Dar clases al aire libre	5	1,34	0	0,00	5	0,86
Otros (N<5)	35	9,41	10	4,81	45	7,76
Total	372	100,00	208	100,00	580	100,00

Tabla 4.17. Propuestas para incrementar el interés hacia las asignaturas de ciencia y tecnología.



Gráfica 4.5. Propuestas de 1º y 2º de la ESO.

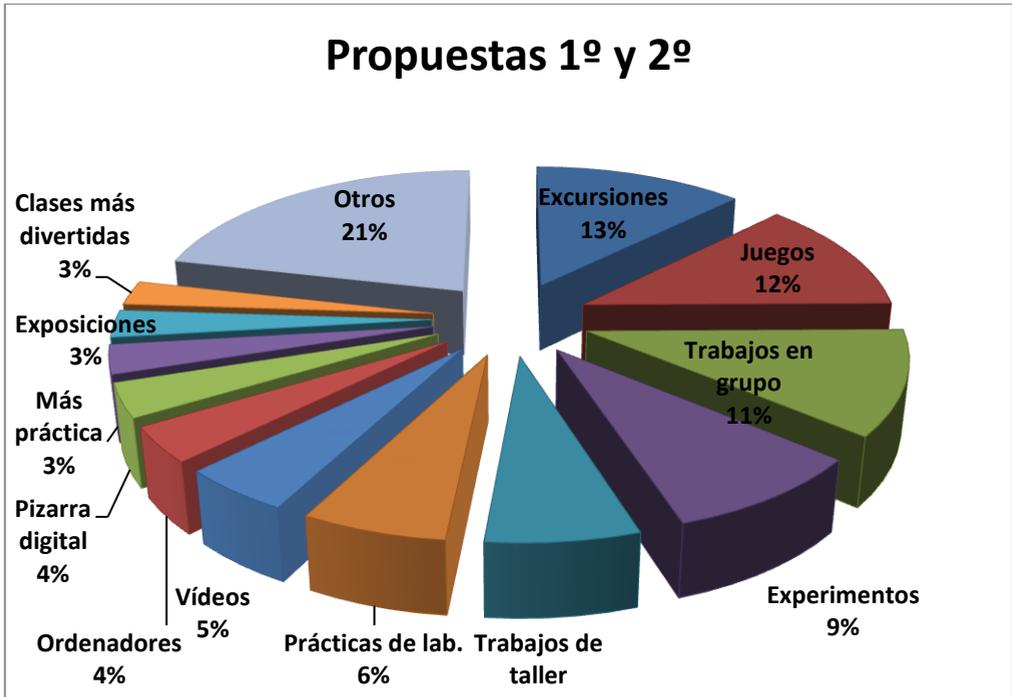
En la tabla 4.17, comprobamos que buena parte de las propuestas están relacionadas con la parte experimental de las ciencias, ya que si consideramos las propuestas de 1º y 2º combinadas, vemos que un 11,21% son de la categoría de más experimentos, 6,55% de trabajos de taller, un 6,21% prácticas de laboratorio y

un 3,1% *más práctica*. Así, considerando estas categorías, vemos que un 27,07% están directamente relacionadas con experimentar. Este elevado porcentaje es comprensible pues, al analizar las asignaturas científicas, vemos que en estos cursos Ciencias de la Naturaleza era vista como una asignatura teórica en la que a la parte experimental, no se le daba la importancia que se merecía. Por ello, es razonable que muchas propuestas de mejora vayan en este sentido.

También cabe destacar, que el porcentaje de propuestas asociadas a la parte experimental aumenta en gran medida entre 1º y 2º como vemos en la gráfica 4.5 con la categoría de *más experimentos*, que pasa de un 4,84% en 1º a un 16,35% en 2º. Este incremento tan pronunciado, aparte de por la escasez de experimentos en las clases de ciencias, puede deberse a que la cantidad de propuestas en 2º (208 propuestas) es menor que en 1º (372 propuestas), quizá debido a que los estudiantes ya no consideran tan útil el realizar diferentes propuestas de mejora, tras ver que la dinámica de las clases en ese año no ha sufrido modificaciones importantes. Es por ello, que quizá en 2º al volver a rellenar el cuestionario, hayan decidido limitarse a las propuestas que consideran más relevantes, sin comentar otras que, aunque consideran de interés, no lo son tanto.

Además de la parte experimental, otra gran cantidad de propuestas están directamente asociadas a mejorar el aspecto lúdico e interesante de las clases de ciencias, como son las categorías de *más juegos* 12,24%, *trabajos en grupo* 11,21%, *clases más divertidas* 2,59%, *clases más interesantes* 1,55% y *más participativas* 1,55%, entre otras.

En la gráfica 4.6 se puede observar una representación de las categorías mayoritarias.



Gráfica 4.6. Propuestas globales mayoritarias de 1º y 2º de la ESO.

Todos estos resultados nos indican que el plantear las clases de un modo más experimental y lúdico, interesa al alumnado y es en este sentido que la ciencia recreativa basada en la realización de pequeñas experiencias, juegos y uso de juguetes, puede ser realmente útil para poner en práctica las propias propuestas del alumnado y así mejorar su motivación y actitudes hacia las ciencias. Por supuesto, sin rechazar de ningún modo, sino complementando, otras metodologías que como vemos también atraen a los estudiantes, como son las salidas extraescolares o la utilización de las nuevas tecnologías.

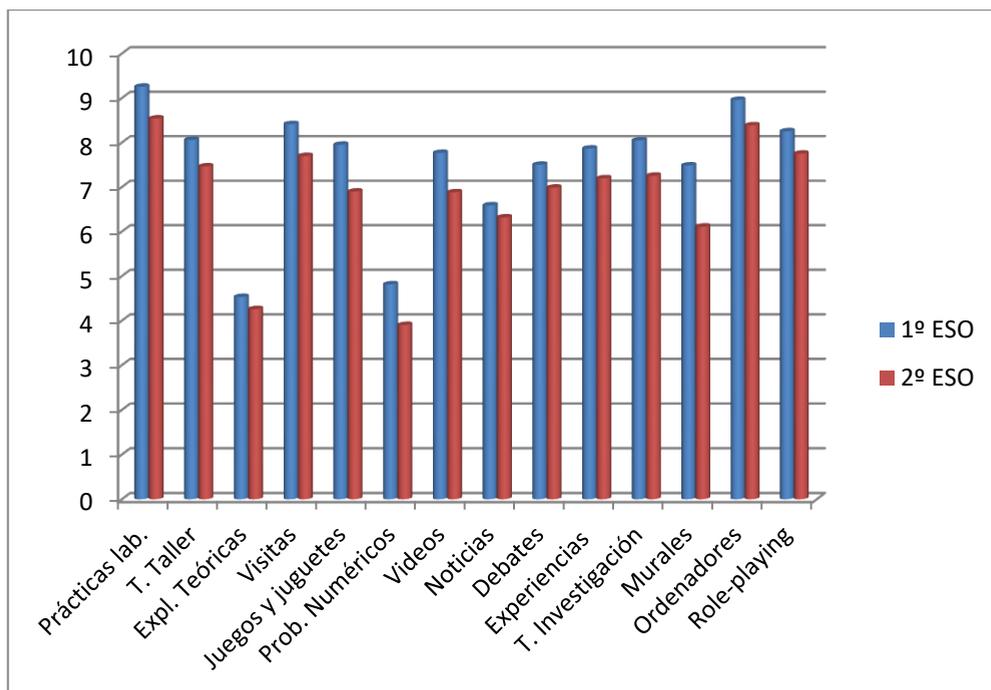
Cuestión 5

En esta pregunta se pedía a los estudiantes valorar de 0 a 10 una serie de actividades para hacer en clase. En la tabla 4.18 se recogen las puntuaciones obtenidas:

Ítem	1º		2º		P Sign. (b)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Prácticas de laboratorio	9,25	1,24	8,54	1,64	0,000*	0,31
Trabajos de taller	8,06	2,10	7,46	2,11	0,001*	0,19
Explicaciones teóricas	4,53	3,03	4,26	2,66	0,211	0,07
Visitas a fábricas...	8,41	2,01	7,70	2,30	0,000*	0,23
Uso de juegos y juguetes	7,95	2,64	6,90	2,58	0,000*	0,25
Problemas numéricos	4,81	3,12	3,90	2,67	0,000*	0,21
Videos	7,77	2,34	6,88	2,19	0,000*	0,25
Comentario de noticias	6,59	2,54	6,32	2,26	0,187	0,07
Tertulias, debates	7,50	2,55	6,99	2,18	0,006*	0,16
Experiencias demostrativas	7,86	2,07	7,20	2,11	0,000*	0,20
Trabajos de investigación	8,04	2,44	7,25	2,33	0,000*	0,24
Elaboración de murales	7,48	2,49	6,11	2,57	0,000*	0,30
Uso de ordenadores	8,96	1,58	8,39	1,75	0,000*	0,22
Role-playing	8,25	2,34	7,75	2,27	0,006*	0,15

Tabla 4.18. Valoración de diferentes actividades.

Podemos observar, que todo aquello que implique un cambio en la dinámica tradicional de las clases basadas en explicaciones y problemas numéricos, es en general bien puntuado por el alumnado. De este modo, los dos únicos con ítems con una puntuación inferior al 5 son las *explicaciones teóricas* y los *problemas numéricos*, mientras que todos los demás reciben puntuaciones superiores.



Gráfica 4.7. Valoración de diferentes actividades en 1º y 2º de la ESO.

El ítem mejor puntuado tanto en 1º como en 2º, es el de las *prácticas de laboratorio*. Nuevamente aquí, se plasma también el interés del alumnado por estudiar la ciencia de una forma más experimental. En cuanto al ítem de *experiencias demostrativas*, aunque también está asociado a experimentar y recibe buenas puntuaciones, estas son algo inferiores a las *prácticas de laboratorio*. Este hecho quizá se produzca, porque el alumnado no está familiarizado con este tipo de experiencias en la clase, a diferencia de las prácticas de laboratorio que son más conocidas.

Resulta curioso que, en todas las actividades propuestas, salvo en *explicaciones teóricas* y *comentario de noticias*, haya diferencias significativas entre ambos cursos, habiendo en todos estos casos un descenso en la puntuación. Esta bajada que va asociada a tamaños de efecto entre pequeños (0,1) y medios (0,3) podría estar relacionada con el deterioro actitudinal que han mostrado los resultados previos, puesto que se han encontrado diferencias significativas junto a un empeoramiento del interés y la motivación al pasar de curso.

4.1.4 Estudio longitudinal 2°-3° de la ESO

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el grupo de 2°-3° de la ESO a fin de estudiar su interés, motivación y actitudes hacia las ciencias entre estos cursos.

Cuestión 1

En la tabla 4.19 se muestran los resultados obtenidos para el ítem de interés hacia la ciencia y la tecnología considerando tres agrupaciones para el alumnado. Así se encuentra el grupo mixto con todos los estudiantes sin distinción del sexo, y otros dos grupos separados en chicos y chicas.

Grupos	2º		3º		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Mixto	6,87	1,86	6,21	1,84	0,000*	0,32
Chicos	6,67	1,97	6,03	1,77	0,000*	0,30
Chicas	7,05	1,75	6,38	1,89	0,000*	0,34

Tabla 4.19. Comparación del interés hacia la ciencia y la tecnología.

Comprobamos, que para las tres agrupaciones de alumnado consideradas, se han obtenido diferencias significativas, habiendo en todos los casos un descenso de la media. Además, en los 3 casos el valor del tamaño del efecto correspondiente, iguala o supera el valor de 0,3 por lo que se ha producido un efecto de pérdida de interés medio.

Un aspecto a destacar, es el hecho de que ahora se han obtenido diferencias significativas tanto para chicos como para chicas, algo que no se produjo con el grupo de 1°-2° pues en ese caso, como vimos en la tabla 4.1, solo hubo diferencias significativas para los chicos, pero no para las chicas.

Es verdad que las puntuaciones del alumnado en 3°, no llegan a ser demasiado negativas, pero aun así, es innegable que se está produciendo un descenso del interés hacia las ciencias que habría que evitar. Además, si tenemos en cuenta los resultados de la tabla 4.19 junto a los obtenidos para el grupo 1°-2° en la tabla 4.1, vemos que aunque entre 1° y 2° también había una pérdida de interés, esta

era menor, pues la bajada de la media no era tan grande y había tamaños de efecto pequeños mientras que entre 2º y 3º, la bajada de la media es superior y tiene tamaños de efecto medios. Por tanto, si ya era importante como vimos por los resultados del grupo de 1º-2º, tomar medidas para evitar que el alumnado perdiera interés hacia las ciencias, los resultados aquí obtenidos aún refuerzan esta importancia, al haberse producido un incremento en la pérdida de interés hacia las ciencias.

Al igual que ya hicimos con el grupo de 1º-2º, es necesario comprobar las diferencias de género, referidas al interés hacia la ciencia y la tecnología.

Curso	Chicos		Chicas		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
2º	6,67	1,97	7,05	1,75	0,236	0,09
3º	6,03	1,77	6,38	1,89	0,377	0,07

Tabla 4.20. Comparación del interés hacia la ciencia y la tecnología por sexo.

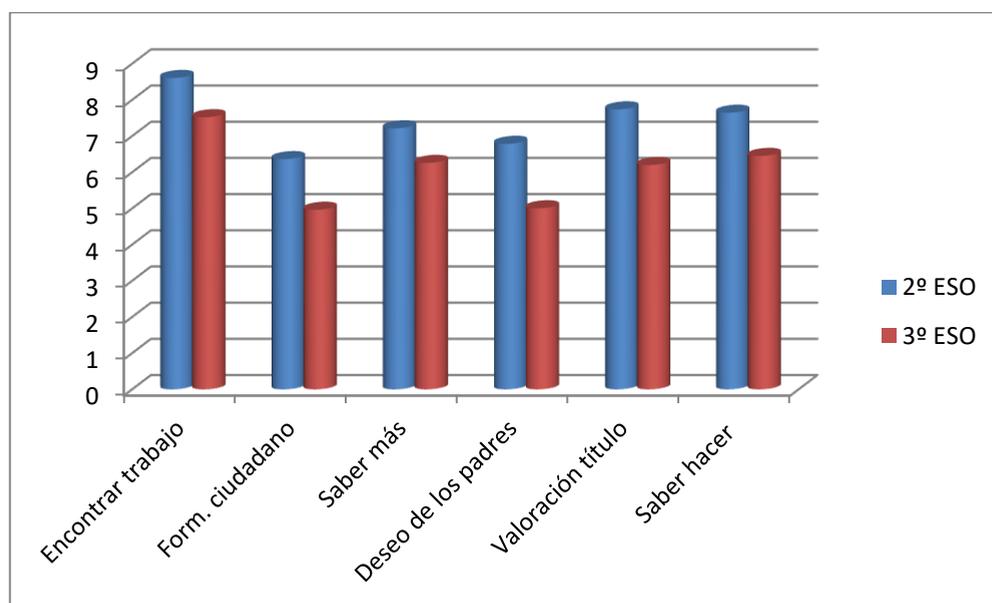
Al igual que en el grupo de 1º-2º, en este grupo tampoco se han encontrado diferencias significativas respecto al interés hacia la ciencia y la tecnología según el sexo, en ninguno de los cursos considerados y de igual modo, los tamaños de efecto han sido pequeños. Un aspecto que sí resulta curioso, es que a nivel de las medias, en el grupo 1º-2º la media más alta se producía para ambos cursos en los chicos, mientras que en este grupo ocurre al revés, siendo tanto para 2º como para 3º más alta en el caso de las chicas. Este hecho, unido a que no se hayan obtenido diferencias significativas, es un claro indicativo de que en general, el interés hacia la ciencia y tecnología es similar para chicos y chicas.

Cuestión 2

Mediante esta cuestión se pretende analizar la motivación del alumnado hacia los estudios en general y por tanto también hacia estudios científicos, mediante la valoración de 6 aspectos concretos. En la tabla 4.21 se recogen los resultados obtenidos en 2º y 3º de la ESO que se han representado en la gráfica 4.8 para una mayor claridad.

Ítem	2º		3º		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Encontrar trabajo.	8,61	1,61	7,52	1,85	0,000*	0,33
Formarme como ciudadano	6,36	2,21	4,96	1,73	0,000*	0,34
Saber más	7,22	2,25	6,26	2,11	0,000*	0,25
Deseo de los padres	6,78	2,35	5,00	2,13	0,000*	0,35
Valoración social del título	7,74	2,09	6,20	2,22	0,000*	0,34
Saber hacer cosas	7,64	2,01	6,45	1,63	0,000*	0,33

Tabla 4.21. Estudio de diferentes aspectos motivacionales.



Gráfica 4.8. Estudio de diferentes aspectos motivacionales.

Al igual que ya pasaba en el grupo de 1º-2º, en este grupo el ítem mejor puntuado para los dos cursos sigue siendo *encontrar trabajo*. A este le sigue el ítem, también asociado a la motivación extrínseca, de *valoración social del título* para 2º. Pero en 3º ya no es un ítem de motivación extrínseca el que ocupa el segundo puesto, sino que es el ítem de motivación intrínseca, *saber hacer cosas*. Esto un

punto positivo, ya que se rompe el predominio que se veía hasta la fecha por parte de los ítems extrínsecos al ser los que ocupaban los dos primeros puestos.

Por otro lado, en todos los ítems evaluados, notamos un notable descenso de la media al pasar a 3° con diferencias significativas, incluido el ítem de *encontrar trabajo*, que en el grupo de 1°-2°, no presentaba cambios significativos. Además, el tamaño de efecto es medio, pues supera el valor de 0,3 en todos los casos, salvo en el ítem de *saber más*, que está un poco por debajo. Este valor de los tamaños de efecto, es otra diferencia importante respecto al grupo analizado previamente, ya que en el anterior grupo los tamaños de efecto para esta cuestión eran mucho menores, lo que nos indica que en el paso de 2° a 3° la desmotivación es mayor que de 1° a 2°. Además, esto es coherente con los resultados de la cuestión 1 en la que apreciábamos una mayor bajada del interés entre 2° y 3° que de 1° a 2°.

Como ya habíamos comentado previamente, 3 de los ítems de esta cuestión, estaban relacionados con la motivación intrínseca (*formarme como ciudadano, saber más, saber hacer cosas*) y los otros 3 con la motivación extrínseca (*encontrar trabajo, deseo de los padres, valoración social del título*). Resulta pues relevante calcular, al igual que se hizo para el grupo anterior, el valor medio de estos grupos de 3 variables para poder observar las diferencias de los dos tipos de motivación en cada curso de una forma más sencilla. En la tabla 4.22 se recogen estos resultados.

Grupo	Motivación	2º		3º		P Sign. (b)	r
		Media	D.E.	Media	D.E.		
Mixto	Intrínseca	7,07	1,77	5,89	1,51	0,000*	0,37
	Extrínseca	7,71	1,56	6,24	1,70	0,000*	0,41
Chicos	Intrínseca	6,96	1,80	5,70	1,44	0,000*	0,40
	Extrínseca	7,47	1,69	5,98	1,80	0,000*	0,39
Chicas	Intrínseca	7,18	1,73	6,07	1,56	0,000*	0,34
	Extrínseca	7,93	1,41	6,49	1,58	0,000*	0,42

Tabla 4.22. Estudio de la motivación intrínseca y extrínseca por sexos.

En la tabla 4.22 observamos que hay un descenso importante en las medias, tanto de motivación intrínseca como extrínseca al pasar de 2º a 3º. En todos los casos, independientemente del grupo, mixto, chicos o chicas, se han detectado diferencias significativas con tamaños de efecto que toman un valor entre medio y grande, un claro indicativo de que la desmotivación del alumnado en esta etapa educativa ha sido importante.

Hay que tener en cuenta que, aunque las puntuaciones en 3º tienen una media de 6, que podríamos considerar como algo no del todo negativo, han bajado más de un punto y en algunos casos hasta y punto y medio en solo un año, un hecho realmente preocupante.

Además, al igual que en las cuestiones anteriores, el empeoramiento actitudinal que se ha producido en el grupo 2º-3º, ha sido superior al del grupo de 1º-2º, ya que este presentaba una bajada de la media menor y tamaños de efecto también más bajos.

Continuando con el estudio sobre la motivación del alumnado, en la tabla 4.23 comprobamos si existen diferencias entre chicos y chicas.

Curso	Motivación	Chicos		Chicas		P Sign. (bl)	r
		Media	D.E.	Media	D.E.		
2º	Intrínseca	6,96	1,80	7,18	1,73	0,323	0,08
	Extrínseca	7,47	1,69	7,93	1,41	0,089	0,14
3º	Intrínseca	5,70	1,44	6,07	1,56	0,186	0,11
	Extrínseca	5,98	1,80	6,49	1,58	0,119	0,12

Tabla 4.23. Estudio de la motivación intrínseca y extrínseca por sexos.

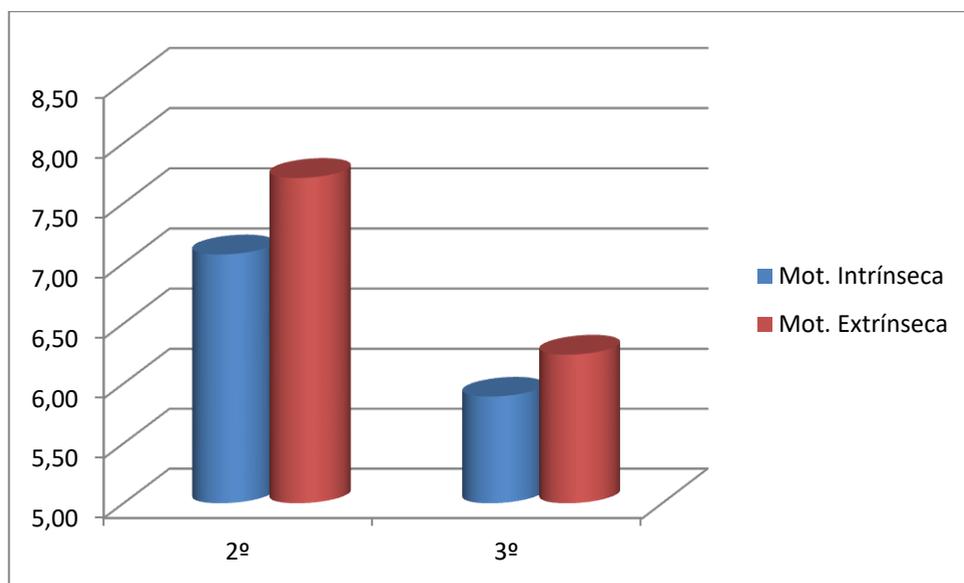
En ninguno de los casos considerados de motivación intrínseca y extrínseca de 2º y 3º se han encontrado diferencias significativas entre chicos y chicas y los tamaños de efecto obtenidos han sido pequeños. De este modo, vemos que al igual que pasaba en el ítem de interés, en los ítems de motivación intrínseca y extrínseca tampoco se observan diferencias de género importantes.

Por otro lado, atendiendo a las diferencias entre la motivación intrínseca y extrínseca, en la tabla 4.24 se recogen los resultados obtenidos.

Curso	Mot. Intrínseca		Mot. Extrínseca		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
2º	7,07	1,77	7,71	1,56	0,000*	0,23
3º	5,89	1,51	6,24	1,70	0,022*	0,13

Tabla 4.24. Diferencias entre la motivación intrínseca y extrínseca.

Tanto para 2º como para 3º se han encontrado diferencias significativas entre ambos tipos de motivación, predominando en ambos casos la motivación extrínseca. En 2º es donde hay mayores diferencias a este respecto, puesto que el tamaño del efecto es mayor que en 3º, aunque en ninguno de los cursos llega a haber una diferencia entre motivación intrínseca y extrínseca muy elevada. De una forma visual, podemos apreciar estos resultados en la gráfica 4.9.



Gráfica 4.9. Comparación de la motivación por cursos.

Así pues, estos resultados confirman los ya obtenidos con el grupo de 1º-2º, al mostrar que usualmente, es la motivación extrínseca la que predomina a la hora de estudiar y es por ello, que debería darse más importancia a aquellas actividades que permitieran fomentar valores de una motivación intrínseca con el fin de que el alumnado disfrutara más en su aprendizaje.

Cuestión 4

En esta cuestión, que la tratábamos previamente a la 3 por su mayor relación con las cuestiones 1 y 2, medíamos la actitud de los estudiantes ante las diferentes asignaturas que estudian, puntuando de 1 a 4 (1 máxima valoración negativa, 4 máxima valoración positiva) el interés, utilidad, facilidad, carácter divertido y práctico de cada una.

En las tablas siguientes se muestran las valoraciones obtenidas para cada asignatura con las comparaciones respectivas entre los dos años en los que se llevó a cabo el estudio. Algunas asignaturas no se han podido comparar entre 2º y 3º pues solo se estudiaban en uno de los cursos. Este ha sido el caso de Educación para la Ciudadanía, Tecnología y Educación Plástica y Visual. Para el caso de Ciencias de la Naturaleza, aunque esta asignatura no se da en 3º de la ESO como tal, sí que se da de una forma desglosada en Física y Química y Biología y Geología por lo que para esta asignatura haremos las comparaciones de Ciencias de la Naturaleza con Física y Química y de igual modo, Ciencias de la Naturaleza con Biología y Geología.

Los resultados asociados al interés de las diferentes asignaturas se encuentran recogidos en la tabla 4.25. Estos muestran que en muchas asignaturas ha habido una pérdida del interés, al encontrarse en bastantes casos diferencias significativas junto a una respectiva bajada de la media. Esta pérdida de interés, no se ha limitado solo a las asignaturas de ámbito científico de Matemáticas y Ciencias de la Naturaleza, sino que también ha afectado a asignaturas de ámbito lingüístico como Lengua Castellana y Lengua Autonómica, y aparte también a Música.

Resulta sobre todo llamativo el caso de Ciencias de la Naturaleza puesto que es la asignatura con mayor tamaño de efecto, es decir, ha habido una pérdida de interés mayor que en las demás asignaturas. Además, esta asignatura es considerada como la más interesante en 2º de la ESO, pero cuando pasa a 3º y se divide en Física y Química y Biología y Geología, ambas asignaturas dejan de ser las más interesantes y son superadas por Educación Física, Inglés, Ciencias Sociales en los dos casos, además de por Tecnología para Física y Química.

Estudio del interés							
2º			3º			P Sign. (bl)	r
Asignaturas	Media	D.E.	Asignaturas	Media	D.E.		
Inglés	2,83	0,73	Inglés	2,88	0,71	0,498	0,04
Ciencias de la Naturaleza	3,31	0,61	Física y Química	2,67	0,79	0,000*	0,41
			Biología y Geología	2,76	0,85	0,000*	0,33
Matemáticas	2,86	0,79	Matemáticas	2,60	0,83	0,003*	0,17
Lengua Castellana	2,63	0,76	Lengua Castellana	2,20	0,72	0,000*	0,28
Lengua Autonómica	2,16	0,75	Lengua Autonómica	1,96	0,77	0,013*	0,14
Educación Física	3,23	0,81	Educación Física	3,08	0,76	0,052	0,11
Ciencias Sociales	2,70	0,82	Ciencias Sociales	2,81	0,75	0,277	0,06
Música	2,82	0,86	Música	2,32	1,02	0,000*	0,24
Ed. para la Ciudadanía	2,37	1,01	-	-	-	-	-
-	-	-	Tecnología	2,76	0,93	-	-
-	-	-	Ed. Plástica y Visual	2,54	0,91	-	-

Tabla 4.25. Estudio del interés por cursos.

Así pues, se está produciendo una pérdida de interés que afecta de una forma alarmante a las asignaturas de ámbito científico que aunque siguen manteniendo puntuaciones positivas, por encima de la puntuación neutra de 2,5, pierden la mayor parte de la actitud positiva referida al interés que tenían en el curso previo. Además, aunque ya vimos con el grupo de 1º-2º que también se daba una pérdida de interés en Ciencias de la Naturaleza, el descenso de la media y el tamaño de efecto eran mucho menores que los hallados para este grupo en 2º-3º. Es por ello, que es aún más necesario que antes, el establecer medidas que frenen esta pérdida del interés hacia las ciencias.

Pasando ahora a estudiar la valoración de la utilidad de las diferentes asignaturas, en la tabla 4.26 se recogen los resultados obtenidos.

Estudio de la utilidad							
2º			3º			P Sign. (b)	r
Asignaturas	Media	D.E.	Asignaturas	Media	D.E.		
Inglés	3,60	0,60	Inglés	3,73	0,54	0,061	0,11
Ciencias de la Naturaleza	3,21	0,61	Física y Química	2,83	0,74	0,000*	0,28
			Biología y Geología	2,68	0,71	0,000*	0,35
Matemáticas	3,50	0,62	Matemáticas	3,25	0,77	0,001*	0,19
Lengua Castellana	2,93	0,77	Lengua Castellana	2,59	0,84	0,001*	0,20
Lengua Autonómica	2,30	0,78	Lengua Autonómica	2,38	0,81	0,283	0,06
Educación Física	2,96	0,87	Educación Física	2,69	0,76	0,003*	0,17
Ciencias Sociales	2,82	0,76	Ciencias Sociales	2,94	0,68	0,132	0,09
Música	2,48	0,85	Música	2,06	0,87	0,000*	0,21
Ed. para la Ciudadanía	2,25	1,00	-	-	-	-	-
-	-	-	Tecnología	2,65	0,84	-	-
-	-	-	Ed. Plástica y Visual	2,18	0,77	-	-

Tabla 4.26. Estudio de la utilidad por cursos.

Al igual que sucedía con el interés, en la tabla 4.26 vemos como el aspecto de la utilidad también sufre una bajada significativa en muchas de las asignaturas. De este modo, encontramos diferencias significativas en las asignaturas de ciencias de Matemáticas, Física y Química y Biología y Geología y otras de ámbito no científico como Lengua Castellana, Educación Física y Música.

No obstante, en este caso también encontramos los mayores tamaños del efecto para las comparaciones entre Ciencias de la Naturaleza y Física y Química

y Ciencias de la Naturaleza y Biología y Geología, predominando sobre todo esta última. Este es un claro indicativo de que se está produciendo un deterioro de la actitud relativa a la utilidad y que aunque no se limita solo al ámbito científico, sí que vemos que son las asignaturas de Física y Química y Biología y Geología las más afectadas en este sentido.

Además, comparando con el grupo de 1º-2º la situación problemática en relación a la utilidad es más grave, puesto que si bien en 1º-2º ya vimos que también había diferencias significativas en relación a la utilidad en algunas asignaturas como Ciencias de la Naturaleza, en todos los casos los tamaños del efecto eran pequeños. En cambio, en el paso de 2º a 3º se puede observar unos tamaños del efecto mayores que son indicadores de que la situación aún se ha agravado mucho más.

Respecto al estudio del carácter divertido de la tabla 4.27, encontramos diferencias significativas en prácticamente la totalidad de las materias, a excepción de Inglés y Lengua Autonómica. En los casos con diferencias significativas, con la salvedad de Ciencias Sociales, se produce siempre una bajada de la media, indicando que en 3º las asignaturas se consideran más aburridas. Curiosamente para Ciencias Sociales es al revés y se considera más divertida en 3º, quizá también por la mala valoración que tenía en 2º y que hace muy fácil el que se produzca una mejoría.

Los tamaños de efecto encontrados en muchos de los casos con diferencias significativas son entre medios y grandes, por lo que el cambio de actitud ha sido realmente importante. Nuevamente, destaca sobre todo, la asignatura de Ciencias de la Naturaleza ya que al dividirse en Física y Química y Biología y Geología es la que sufre un mayor descenso de la media, con unos mayores tamaños del efecto. Por supuesto, sin olvidar también que este cambio de actitud afecta, de una forma importante, a Lengua Castellana y Música, con tamaños de efecto medios y en menor medida a Matemáticas, Educación Física y Ciencias Sociales.

Estudio del carácter divertido							
2º			3º			P Sign. (b)	r
Asignaturas	Media	D.E.	Asignaturas	Media	D.E.		
Inglés	2,63	0,83	Inglés	2,68	0,79	0,602	0,03
Ciencias de la Naturaleza	3,04	0,66	Física y Química	2,30	0,72	0,000*	0,44
			Biología y Geología	2,27	0,77	0,000*	0,44
Matemáticas	2,48	0,84	Matemáticas	2,13	0,74	0,000*	0,24
Lengua Castellana	2,38	0,78	Lengua Castellana	1,89	0,68	0,000*	0,31
Lengua Autonómica	1,90	0,75	Lengua Autonómica	1,85	0,80	0,355	0,05
Educación Física	3,51	0,62	Educación Física	3,26	0,65	0,000*	0,21
Ciencias Sociales	2,17	0,85	Ciencias Sociales	2,42	0,68	0,009*	0,15
Música	3,04	0,83	Música	2,46	0,98	0,000*	0,28
Ed. para la Ciudadanía	2,36	0,94	-	-	-	-	-
-	-	-	Tecnología	2,82	0,78	-	-
-	-	-	Ed. Plástica y Visual	2,85	0,92	-	-

Tabla 4.27. Estudio del carácter divertido o aburrido por cursos.

Teniendo en cuenta los cambios detectados en el grupo de 1º-2º, vemos aquí también que los cambios de actitud para el carácter divertido se producen sobre todo entre 2º y 3º de la ESO. En primer lugar, entre 1º-2º solo se encontraban diferencias significativas para Educación Física y Ciencias Sociales, pero no para el resto de asignaturas. Y además, en ambos casos, el cambio actitudinal era pequeño como mostraban los tamaños de efecto.

Así pues, en 3º de la ESO, los estudiantes consideran que muchas de las asignaturas que estudian no son divertidas, y centrándonos en las de ámbito científico destacan Física y Química, Biología y Geología y Matemáticas, todas

con valores inferiores a 2,5, que indican una actitud negativa de asignatura aburrida. La única asignatura de ciencias que en 3º es vista de una forma divertida es la de Tecnología, con lo cual vemos la necesidad de mejorar la actitud de los estudiantes en las otras asignaturas de ciencias, prestando una mayor atención a los aspectos lúdicos. Además, a diferencia de los ítems previos de interés o utilidad en los que había un descenso de la media, pero las puntuaciones seguían por encima del 2,5 y por tanto, eran aunque de forma leve positivas, aquí, al dividirse Ciencias de la Naturaleza, cruzan esa barrera pasando de valoraciones positivas a negativas y eso es aún más preocupante.

Atendiendo ahora a la dificultad de las asignaturas, en la tabla 4.28 se encuentran recogidos los resultados obtenidos. Así vemos que entre 2º y 3º muchas asignaturas presentan diferencias significativas habiendo un aumento de la dificultad en la mayoría. Así tenemos a Física y Química, Biología y Geología, Matemáticas, Lengua Castellana, Lengua Autonómica que bajan la media, es decir, son vistas como más difíciles. Y por otro lado tenemos a Ciencias Sociales que es la única que mejora su media, habiendo una mejoría leve como vemos tanto por la media como por el tamaño del efecto.

En cuanto a las asignaturas de ciencias, vemos que Matemáticas tiene problemas serios con la dificultad tanto en 2º como en 3º, aunque de forma más grave en este último curso. La asignatura de Ciencias de la Naturaleza es, como en los ítems anteriores, la que sufre mayores variaciones en la actitud, sobre todo en la comparación de Ciencias de la Naturaleza con Física y Química con un tamaño del efecto grande y un descenso de la media de 2,88 a 2,02, es decir, que mientras que Ciencias de la Naturaleza era vista moderadamente fácil, Física y Química es vista como difícil. De igual modo, la asignatura de Biología y Geología también decae a valoraciones negativas de dificultad (por debajo de 2,5) aunque no de forma tan exagerada como Física y Química. Curiosamente, como ya pasaba con el ítem de carácter divertido, estos problemas no los tiene la asignatura de Tecnología que recibe muy buena valoración en 3º de la ESO.

Estudio de la facilidad							
2º			3º			P Sign. (bl)	r
Asignaturas	Media	D.E.	Asignaturas	Media	D.E.		
Inglés	2,55	0,86	Inglés	2,63	0,77	0,348	0,05
Ciencias de la Naturaleza	2,88	0,62	Física y Química	2,02	0,70	0,000*	0,49
			Biología y Geología	2,31	0,74	0,000*	0,36
Matemáticas	2,36	0,85	Matemáticas	2,04	0,80	0,001*	0,19
Lengua Castellana	2,90	0,65	Lengua Castellana	2,36	0,68	0,000*	0,36
Lengua Autonómica	2,88	0,77	Lengua Autonómica	2,71	0,80	0,028*	0,12
Educación Física	3,33	0,65	Educación Física	3,44	0,54	0,124	0,09
Ciencias Sociales	2,29	0,79	Ciencias Sociales	2,56	0,63	0,002*	0,17
Música	3,24	0,69	Música	3,33	0,87	0,209	0,07
Ed. para la Ciudadanía	3,38	0,77	-	-	-	-	-
-	-	-	Tecnología	3,26	0,64	-	-
-	-	-	Ed. Plástica y Visual	3,07	0,77	-	-

Tabla 4.28. Estudio de la dificultad por cursos.

Así pues, las asignaturas de ciencias con la excepción de Tecnología tienen un problema muy importante con la dificultad, que se agrava sobre todo en 3º de la ESO. Hay que tener en cuenta que la opinión de las asignaturas de ciencias como difíciles no viene sola, sino que está relacionada con diferentes aspectos motivacionales como considerar las asignaturas de ciencias aburridas o poco interesantes, por lo que abordar de una forma adecuada estos puntos actitudinales en clase, podría contribuir a mejorar la opinión que se tiene sobre su dificultad.

De los cinco ítems analizados para cada asignatura, el último era el del carácter práctico que tenían. En la tabla 4.29 se encuentran recogidos los resultados obtenidos.

Estudio del carácter práctico							
2º			3º			P Sign. (b)	r
Asignaturas	Media	D.E.	Asignaturas	Media	D.E.		
Inglés	2,69	0,84	Inglés	2,47	0,77	0,012*	0,14
Ciencias de la Naturaleza	2,55	0,85	Física y Química	2,34	0,69	0,045*	0,11
			Biología y Geología	1,96	0,72	0,000*	0,37
Matemáticas	2,85	0,96	Matemáticas	2,66	0,96	0,054	0,11
Lengua Castellana	2,35	0,91	Lengua Castellana	1,70	0,66	0,000*	0,35
Lengua Autonómica	2,38	0,84	Lengua Autonómica	2,04	0,69	0,000*	0,21
Educación Física	3,67	0,66	Educación Física	3,69	0,46	0,936	0,00
Ciencias Sociales	1,83	0,89	Ciencias Sociales	1,71	0,66	0,225	0,07
Música	3,04	0,76	Música	2,61	0,92	0,000*	0,22
Ed. para la Ciudadanía	2,30	0,90	-	-	-	-	-
-	-	-	Tecnología	3,13	0,79	-	-
-	-	-	Ed. Plástica y Visual	3,37	0,73	-	-

Tabla 4.29. Estudio del carácter práctico por cursos.

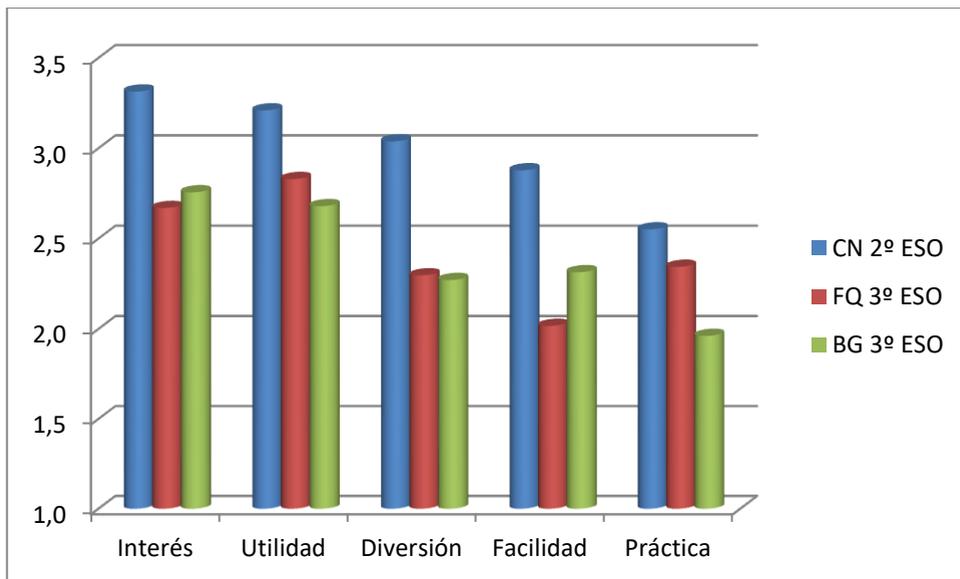
Atendiendo al estudio del carácter práctico que encontramos en la tabla 4.29 vemos que en gran parte de las asignaturas hay diferencias significativas, produciéndose en todos estos casos un descenso de la media. Así, encontramos diferencias significativas para Inglés, Física y Química, Biología y Geología, Lengua Castellana, Lengua Autonómica y Música.

Las dos asignaturas que sufren un mayor descenso en su puntuación son Biología y Geología y Lengua Castellana, ambas con un tamaño del efecto entre medio y grande. En este caso, las otras asignaturas de ciencias están mejor valoradas que Biología y Geología. Tecnología recibe puntuaciones muy buenas, Matemáticas moderadamente positivas y, Física y Química, puntuaciones negativas por debajo del 2,5, pero no tan negativas como las de Biología y Geología.

Como ya comentamos con el grupo de 1º-2º resulta muy preocupante que las asignaturas de ciencias sean vistas como materias teóricas porque eso significa que se está olvidando la parte experimental de estas materias. Para este grupo, la puntuación de 2º de Ciencias de la Naturaleza es mejor que la del grupo anterior que estaba por debajo del 2,5, pero no obstante, al pasar a 3º empeora su puntuación, alcanzando valores negativos.

En este sentido, resulta muy llamativo el tamaño de efecto obtenido para Biología y Geología junto a su media, porque nos indica que para esta asignatura aún se están llevando a cabo menos prácticas que para el resto de asignaturas de ciencias. Es verdad que para algunos temas puede resultar más difícil llevar a cabo alguna actividad práctica de Biología y Geología que de otras materias de ciencias, pero no por ello hay que rendirse a la hora de buscar formas que impliquen una participación activa del alumnado.

En vista de que los cambios más significativos se dan en las materias de ciencias, destacando las comparaciones de Ciencias de la Naturaleza (CN) con Física y Química (FQ) y Biología y Geología (BG), en la gráfica 5.9 se muestra una recopilación de los resultados obtenidos en los cinco aspectos evaluados.



Gráfica 4.10. Actitudes hacia las ciencias.

En la gráfica 4.10 vemos, como ya hemos comentado en cada ítem, que hay un empeoramiento de la actitud de los estudiantes muy grande al pasar de estudiar Ciencias de la Naturaleza en 2º a Física y Química y Biología y Geología en 3º. Los valores de interés y utilidad, aunque bajan mucho, siguen teniendo puntuaciones por encima del valor neutro, pero en cambio la diversión, facilidad y el carácter práctico de las asignaturas toma una connotación negativa y los estudiantes pasan a considerarlas como asignaturas aburridas, difíciles y teóricas.

Ahora que ya hemos analizado por separado cada uno de los cinco ítems considerados, vamos a estudiar en conjunto la valoración global que tienen los estudiantes de cada asignatura, teniendo en cuenta para ello la media de los cinco aspectos considerados. En la tabla 4.30 se recogen los resultados obtenidos.

Combinación de los 5 aspectos							
2º			3º			P Sign. (b)	r
Asignaturas	Media	D.E.	Asignaturas	Media	D.E.		
Inglés	2,86	0,57	Inglés	2,88	0,50	0,714	0,02
Ciencias de la Naturaleza	3,00	0,45	Física y Química	2,43	0,51	0,000*	0,50
			Biología y Geología	2,40	0,53	0,000*	0,48
Matemáticas	2,81	0,58	Matemáticas	2,54	0,57	0,000*	0,24
Lengua Castellana	2,64	0,54	Lengua Castellana	2,15	0,50	0,000*	0,41
Lengua Autonómica	2,32	0,55	Lengua Autonómica	2,19	0,52	0,031*	0,12
Educación Física	3,34	0,51	Educación Física	3,23	0,45	0,025*	0,13
Ciencias Sociales	2,36	0,61	Ciencias Sociales	2,49	0,47	0,096	0,09
Música	2,92	0,59	Música	2,56	0,73	0,000*	0,23
Ed. para la Ciudadanía	2,53	0,72	-	-	-	-	-
-	-	-	Tecnología	2,92	0,58	-	-
-	-	-	Ed. Plástica y Visual	2,80	0,59	-	-

Tabla 4.30. Media de los 5 aspectos evaluados por cursos.

Los resultados obtenidos muestran que hay diferencias significativas con un descenso de la media en todas las asignaturas comparadas entre 2º y 3º a excepción de Inglés y Ciencias Sociales. Los mayores tamaños de efecto se observan en la comparación de Ciencias de la Naturaleza con Física y Química y Ciencias de la Naturaleza con Biología y Geología, obteniéndose tamaños del efecto grandes para ambos casos. Esto es un indicativo de que es justamente en esta materia donde más está empeorando la actitud de los estudiantes.

Este empeoramiento actitudinal también se da en otras asignaturas con diferencias significativas como es el caso de Lengua Castellana, con un tamaño

de efecto entre medio y grande y, en menor medida de Matemáticas, Música, Educación Física y Lengua Autonómica.

También hay que destacar, que aunque son Física y Química y Biología y Geología las dos materias con un mayor empeoramiento en la visión global de los cinco aspectos evaluados, tampoco son las que tienen puntuaciones más bajas. Esto es comprensible teniendo en cuenta la buena valoración de Ciencias de la Naturaleza en 2º de la ESO, por lo que aun habiendo una bajada superior a otras materias, no se llega a un valor tan negativo como en otras asignaturas, como ocurre en Lengua Castellana o Lengua Autonómica. Sin embargo, no por ello hay que menospreciar el gran deterioro que se produce al dividirse Ciencias de la Naturaleza en Física y Química y Biología y Geología.

Con respecto a las otras materias de ciencias, Matemáticas también sufre un descenso en sus puntuaciones, aunque mucho más moderada que Ciencias de la Naturaleza, ya que en 2º no tenía puntuaciones tan buenas y en 3º las tiene mejores que Física y Química y Biología y Geología. En lo relativo a Tecnología, no podemos realizar comparación al no darse en 2º, pero sí que observamos que tiene una buena valoración por parte del alumnado, lo que contrasta con los valores más bajos de las otras asignaturas de ciencias. Aunque tampoco entra dentro del objetivo de este trabajo profundizar en la causa de esta diferencia tan clara entre Tecnología y las otras materias científicas, sí que es posible que pueda deberse a que en esta materia se fomenta el trabajo en equipo y es usual realizar trabajos de taller. Así, esta forma de trabajar puede fomentar una actitud positiva y por tanto, tener mejores puntuaciones en los diferentes aspectos evaluados que en las otras materias.

Por último, si recordamos las puntuaciones del grupo de 1º-2º de la ESO, en este grupo también había un deterioro de la visión global de las asignaturas de Matemáticas y de Ciencias de la Naturaleza, aunque en ambos casos los tamaños de efecto eran pequeños e inferiores a los obtenidos entre 2º y 3º, lo que nos sugiere que es sobre todo en el cambio de ciclo cuando más afectadas se ven las asignaturas de ciencias, y sobre todo, Física y Química y Biología y Geología.

En cuanto a las diferencias de género, para este grupo no hemos encontrado diferencias significativas en lo relativo al interés hacia las ciencias y la motivación, por lo que resulta relevante comprobar ahora, si hay diferencias en

su actitud hacia las diferentes materias. De este modo, en la tabla 4.31 se recogen los resultados obtenidos para 2º de la ESO.

Combinación de los 5 aspectos en 2º						
Asignaturas	Chicos		Chicas		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Inglés	2,77	0,53	2,95	0,58	0,024*	0,18
Ciencias de la Naturaleza	3,01	0,44	2,99	0,46	0,642	0,04
Matemáticas	2,77	0,58	2,85	0,59	0,404	0,07
Lengua Castellana	2,61	0,56	2,67	0,51	0,181	0,11
Lengua Autonómica	2,32	0,60	2,32	0,51	0,915	0,01
Educación Física	3,42	0,47	3,26	0,54	0,069	0,15
Ciencias Sociales	2,42	0,65	2,31	0,57	0,194	0,10
Música	2,91	0,63	2,94	0,56	0,680	0,03
Ed. para la Ciudadanía	2,43	0,71	2,63	0,72	0,142	0,12

Tabla 4.31. Actitudes hacia las materias en 2º según el sexo.

Tan solo se han encontrado diferencias significativas en la asignatura de Inglés, sin haber tampoco diferencias muy grandes pues el tamaño de efecto es entre pequeño y medio y las medias, aun siendo mayor la de las chicas, no se diferencian mucho de las de los chicos. En las otras materias no se han encontrado diferencias significativas. Este es un hecho curioso pues justamente con el grupo de 1º-2º sí que se detectaron pequeñas diferencias significativas en varias asignaturas como Lengua Castellana, Educación Física, Ciencias Sociales, Música y Educación para la Ciudadanía.

Así pues, en cuanto a las diferencias de género, este grupo está más igualado que el de 1º-2º como vemos por el hecho de que solo haya diferencias significativas en Inglés. De este modo, en cuanto a las ciencias vemos que para 2º de la ESO, la actitud de los estudiantes es semejante independientemente del sexo.

Si ahora consideramos las comparaciones entre chicos y chicas para 3º de la ESO, en la tabla 4.32 se recogen los resultados obtenidos.

Combinación de los 5 aspectos en 3º						
Asignaturas	Chicos		Chicas		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Inglés	2,79	0,47	2,96	0,51	0,026*	0,18
Física y Química	2,43	0,59	2,43	0,43	0,839	0,02
Biología y Geología	2,33	0,58	2,46	0,47	0,324	0,08
Matemáticas	2,52	0,56	2,55	0,59	0,354	0,07
Lengua Castellana	2,11	0,54	2,18	0,47	0,166	0,11
Lengua Autonómica	2,17	0,60	2,20	0,44	0,525	0,05
Educación Física	3,37	0,49	3,11	0,37	0,000*	0,33
Ciencias Sociales	2,55	0,50	2,44	0,44	0,196	0,10
Música	2,46	0,77	2,64	0,68	0,121	0,12
Tecnología	3,12	0,52	2,74	0,57	0,000*	0,34
Ed. Plástica y Visual	2,67	0,61	2,92	0,54	0,015*	0,20

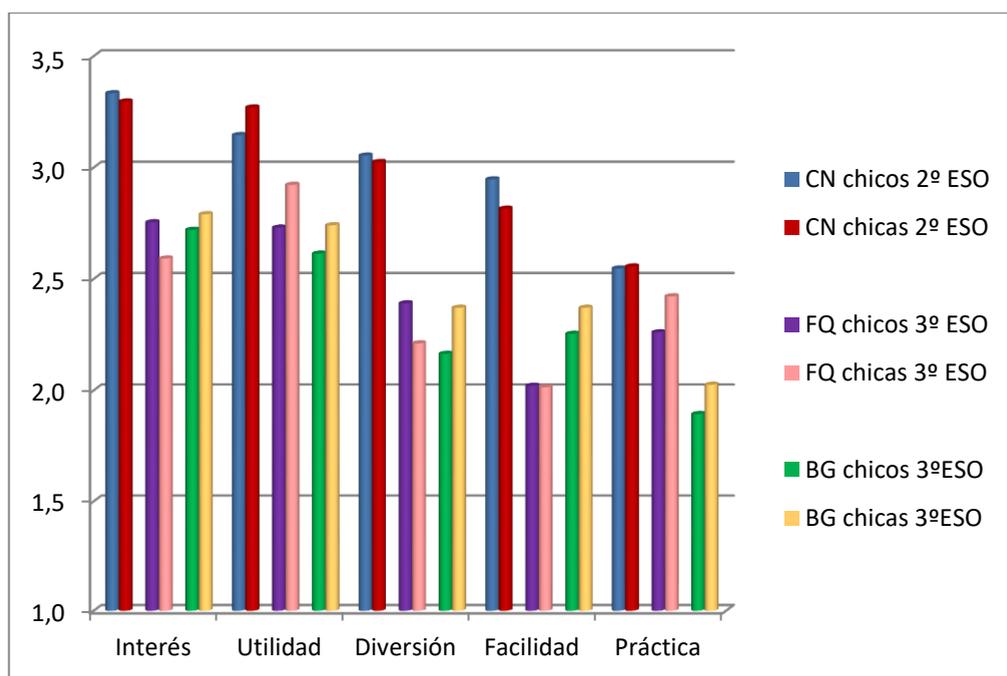
Tabla 4.32. Actitudes hacia las materias en 2º según el sexo.

En 3º de la ESO, en este grupo, aparte de en la materia de Inglés ya se encuentran más asignaturas en las que se distinguen diferencias significativas. Así tenemos Educación Física y Tecnología que están mejor puntuadas por los chicos y que tienen un tamaño de efecto medio. Y Educación Plástica y Visual e Inglés que están mejor valoradas por las chicas, con tamaños de efecto con valores entre pequeños y medios. Estos resultados en parte son coherentes a los obtenidos con el grupo de 1º-2º pues ahí también había una preferencia de Tecnología y Educación Física por los chicos, habiendo diferencias significativas en ambos casos. No obstante, en el grupo de 1º-2 no se detectaban diferencias significativas ni en Inglés ni en Educación Plástica y Visual y sí en otras materias

como Lengua Castellana, por lo que ambos grupos no son tampoco idénticos en cuanto a las diferencias de género.

Los resultados obtenidos muestran que en las asignaturas de ciencias hay pocas diferencias de género, puesto que tanto en el grupo de 1º-2º como en este de 2º-3º tan solo se han encontrado diferencias significativas en la asignatura de Tecnología, pero no en ninguna otra. Así, no ha habido diferencias significativas en las demás materias de ciencias como Ciencias de la Naturaleza, Matemáticas, Física y Química y Biología y Geología, y además, en todos estos casos los tamaños de efecto han sido pequeños.

En este sentido cabe plantearse que, aunque para Ciencias de la Naturaleza, Física y Química y Biología y Geología no se encuentran grandes diferencias al analizar el conjunto de los aspectos evaluados, es posible que al considerar por separado cada uno de ellos, obtengamos información relevante sobre las diferencias de género. Por lo que al igual que ya se hizo con el grupo de 1º-2º para estudiar con mayor profundidad la actitud hacia Ciencias de la Naturaleza, con este grupo realizaremos también este análisis más profundo con estas tres asignaturas.



Gráfica 4.11. Actitudes hacia las ciencias según el sexo.

La gráfica 4.11 nos muestra que los intereses para chicos y chicas son diferentes, aunque estas diferencias no sean muy profundas. Por un lado, los chicos consideran un poco más interesante y divertida Ciencias de la Naturaleza que las chicas, algo que aún se incrementa más con Física y Química. En cambio, las chicas ven más interesante y divertida Biología y Geología. También, acorde a estas opiniones se encuentra la facilidad con las que son vistas las materias anteriores con la excepción de Física y Química en la que ambos sexos la ven prácticamente igual de difícil. Otro aspecto que llama la atención es el de la utilidad y la parte práctica, ya que en general son las chicas las que puntúan mejor este aspecto incluso en los casos en los que los chicos tienen una mayor puntuación en el interés.

De todas formas, es importante señalar tal y como puede comprobarse en las tablas 4.33, 4.34 y 4.35 que estas diferencias de género en ningún caso llegan a ser lo suficientemente elevadas como para obtener diferencias significativas y además, los tamaños de efecto obtenidos son pequeños.

Ciencias de la Naturaleza 2º ESO						
Aspectos	Chicos		Chicas		P Sign. (b)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Interés	3,33	0,63	3,30	0,60	0,643	0,04
Utilidad	3,15	0,55	3,27	0,65	0,167	0,11
Diversión	3,05	0,67	3,02	0,65	0,674	0,03
Facilidad	2,95	0,60	2,81	0,62	0,161	0,11
Práctica	2,55	0,85	2,56	0,86	0,994	0,00

Tabla 4.33. Diferencias de género en Ciencias de la Naturaleza de 2º.

Física y Química 3º ESO						
Aspectos	Chicos		Chicas		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Interés	2,75	0,89	2,59	0,69	0,132	0,12
Utilidad	2,73	0,73	2,92	0,75	0,201	0,10
Diversión	2,39	0,81	2,21	0,61	0,134	0,12
Facilidad	2,02	0,75	2,01	0,65	0,908	0,01
Práctica	2,26	0,79	2,42	0,58	0,256	0,09

Tabla 4.34. Diferencias de género en Física y Química de 3º.

Biología y Geología 3º ESO						
Aspectos	Chicos		Chicas		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Interés	2,72	0,90	2,79	0,81	0,999	0,00
Utilidad	2,61	0,74	2,74	0,69	0,542	0,05
Diversión	2,16	0,88	2,37	0,63	0,111	0,13
Facilidad	2,25	0,77	2,37	0,71	0,284	0,09
Práctica	1,89	0,78	2,02	0,65	0,243	0,09

Tabla 4.35. Diferencias de género en Biología y Geología de 3º.

De este modo y aun sin haber encontrado diferencias significativas, sí que se ha comprobado que los chicos tienen predilección por Física y Química, mientras que las chicas la tienen hacia Biología y Geología, resultados acordes a la investigación del proyecto ROSE (Sjøberg y Schreiner, 2010) que muestran que los chicos sienten mayor interés hacia los aspectos técnicos, mecánicos, eléctricos y las chicas hacia los relacionados con la salud y la medicina.

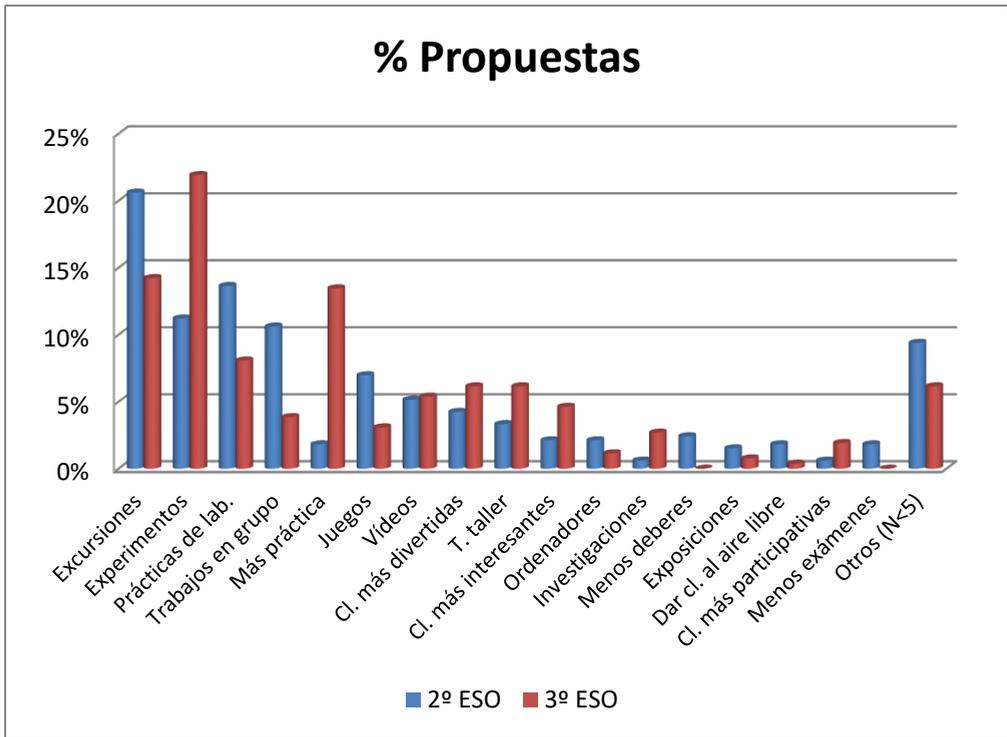
Cuestión 3

Esta cuestión es una pregunta abierta mediante la que se pretende averiguar aquellos elementos que el alumnado considera que harían más interesantes las asignaturas científicas y tecnológicas, por lo que en la tabla 4.36 se presentan las

propuestas mayoritarias. Se han separado según el curso a fin de poder no solo estudiar las propuestas por el alumnado, sino también, las variaciones que han sufrido de un curso académico a otro como ya hicimos con el grupo anterior.

PROPUESTAS	2º		3º		Global (2º + 3º)	
	N	%	N	%	N	%
Más excursiones	68	20,61	37	14,23	105	17,80
Más experimentos	37	11,21	57	21,92	94	15,93
Prácticas de laboratorio	45	13,64	21	8,08	66	11,19
Trabajos en grupo	35	10,61	10	3,85	45	7,63
Más práctica	6	1,82	35	13,46	41	6,95
Más juegos	23	6,97	8	3,08	31	5,25
Más vídeos	17	5,15	14	5,38	31	5,25
Clases más divertidas	14	4,24	16	6,15	30	5,08
Más trabajos de taller	11	3,33	16	6,15	27	4,58
Clases más interesantes	7	2,12	12	4,62	19	3,22
Uso de ordenadores	7	2,12	3	1,15	10	1,69
Más investigaciones	2	0,61	7	2,69	9	1,53
Menos ejercicios y deberes	8	2,42	0	0,00	8	1,36
Más exposiciones	5	1,52	2	0,77	7	1,19
Dar clases al aire libre	6	1,82	1	0,38	7	1,19
Clases más participativas	2	0,61	5	1,92	7	1,19
Menos exámenes	6	1,82	0	0,00	6	1,02
Otros (N<5)	31	9,39	16	6,15	47	7,97
Total	330	100	260	100	590	100

Tabla 4.36. Propuestas para incrementar el interés hacia signaturas de ciencia y tecnología.



Gráfica 4.12. Propuestas de 2º y 3º de la ESO.

Al igual que sucedía con el grupo de 1º-2º, con este vemos que también muchas de las propuestas están relacionadas con fomentar la parte experimental de las ciencias. De este modo considerando las propuestas a nivel global de 2º y 3º, obtenemos un 15,93% en la categoría de *más experimentos*, 11,19% en *prácticas de laboratorio*, un 6,95% en clases con *más práctica* y un 4,58% en *más trabajos de taller*. En total todas estas categorías relacionadas con trabajar aspectos prácticos suman un 38,65%, una cantidad realmente elevada y aún superior al 27,07% obtenido con el grupo anterior.

Además, si observamos la gráfica 4.12, vemos que este porcentaje de propuestas relacionadas con la parte experimental aumenta al pasar de 2º a 3º, algo que ya ocurría entre los dos cursos del grupo anterior. De este modo, encontramos que la categoría de *más experimentos* aparece en un 11,21% de las propuestas de 2º mientras que en 3º aparece un 21,92%. De igual modo la categoría de *más práctica* pasa de un 1,82% en 2º a un 13,46% en 3º. También aumenta la categoría de *más trabajos de taller* pasando de un 3,33% en 2º a un 6,15% en 3º. No obstante, en la

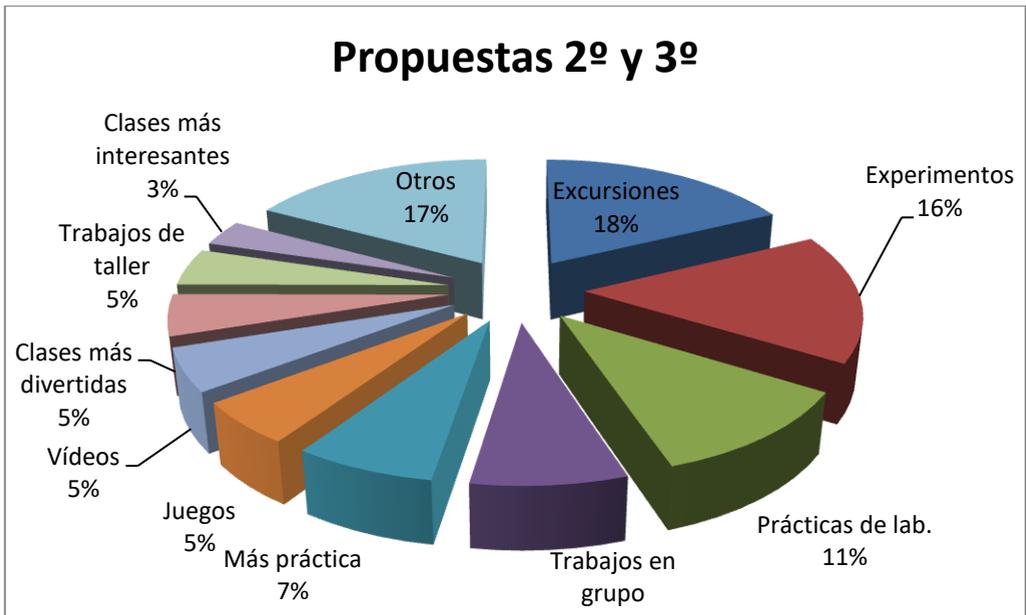
categoría de *prácticas de laboratorio* se produce una disminución del porcentaje pasando de 13,64% a un 8,08% aunque este hecho se explica fácilmente al tener en cuenta que el alumnado se refiere a experimentos incluyendo en ellos tanto las *prácticas de laboratorio* como las experiencias realizadas en clase. Por tanto, considerando estas cuatro categorías se produce un incremento de un 30% a un 49,61% con lo que se ve que no solo es que el porcentaje de propuestas prácticas sea elevado, sino que además va aumentando.

El aumento del porcentaje de actividades experimentales y de igual modo, el hecho de que sea tan elevado, concuerda con las valoraciones de las asignaturas de ciencias, ya que como hemos visto, Ciencias de la Naturaleza estaba casi en el límite de un valor neutro, pero Física y Química y sobre todo Biología y Geología tomaban valores inferiores a 2,5 lo que mostraba que el alumnado tenía una visión teórica de las mismas.

Otro aspecto en común que encontramos con el grupo de 1º-2º es que, en este, el número de propuestas del segundo curso es también menor que en el de primero, con lo que cobra más peso la idea de que el alumnado se limita a poner las categorías que considera más relevantes sin buscar tanta variedad, pues ve que las propuestas del primer año no sirvieron en gran medida para cambiar la dinámica de las clases.

Aparte de las propuestas relacionadas con fomentar la parte experimental, encontramos otras muchas que lo que promueven es trabajar aspectos que les resulten interesantes o lúdicos en clase como serían los *trabajos en grupo* 7,63%, *juegos* 5,25%, *clases más divertidas* 5,08%, y *clases más interesantes* 3,22%, entre otras. Es decir que más de un 20% de las propuestas pretenden fomentar dinámicas de trabajo que sean más lúdicas y atractivas para los estudiantes.

En la gráfica 4.13 se puede observar una representación de las categorías mayoritarias.



Gráfica 4.13. Propuestas globales mayoritarias de 2º y 3º de la ESO.

Así pues, estos resultados reafirman el gran peligro que tiene que los estudiantes consideren que las materias científicas son primordialmente de carácter teórico e incluso también aburridas, puesto que esto señala que no se está trabajando la parte experimental en las clases de ciencias a pesar del gran deseo e interés que tienen los estudiantes hacia este tipo de actividades experimentales y lúdicas.

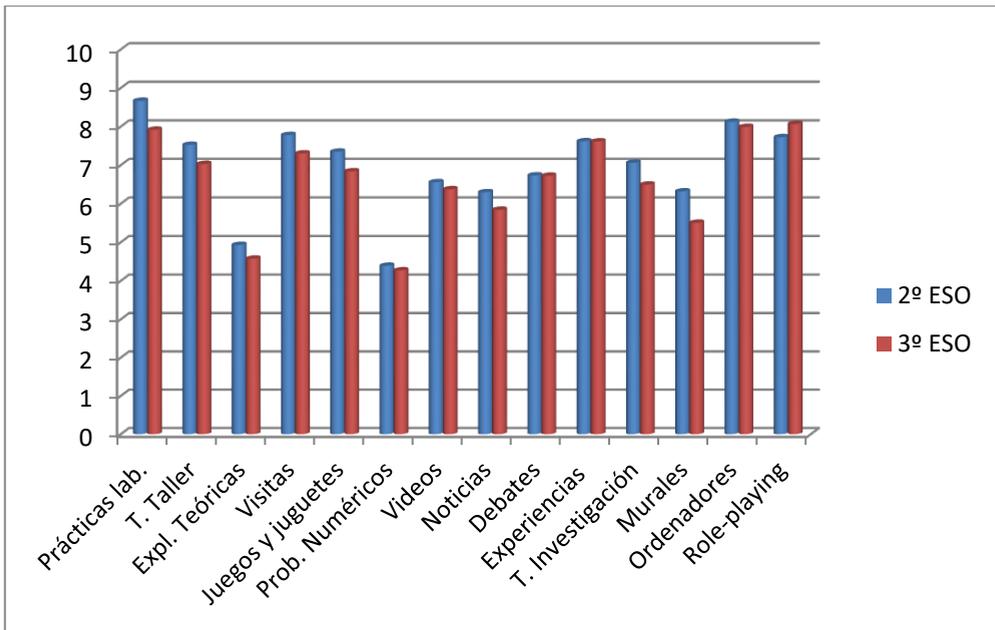
Cuestión 5

En esta pregunta se pedía a los estudiantes valorar de 0 a 10 una serie de actividades para hacer en clase. En la tabla 4.37 se recogen las puntuaciones obtenidas:

Ítem	2º		3º		P Sign. (b)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Prácticas de laboratorio	8,67	1,60	7,92	2,19	0,000*	0,21
Trabajos de taller	7,52	1,96	7,03	1,98	0,003*	0,17
Explicaciones teóricas	4,93	2,71	4,57	2,57	0,188	0,07
Visitas a fábricas...	7,78	2,29	7,30	2,41	0,007*	0,15
Uso de juegos y juguetes	7,35	2,49	6,84	2,27	0,004*	0,16
Problemas numéricos	4,39	2,90	4,27	2,54	0,731	0,02
Videos	6,56	2,47	6,37	2,33	0,332	0,05
Comentario de noticias	6,29	2,10	5,84	2,33	0,019*	0,13
Tertulias, debates	6,73	2,52	6,72	2,40	0,853	0,01
Experiencias demostrativas	7,62	2,19	7,61	1,73	0,469	0,04
Trabajos de investigación	7,06	2,34	6,49	2,14	0,002*	0,18
Elaboración de murales	6,32	2,49	5,50	2,46	0,000*	0,26
Uso de ordenadores	8,12	1,93	7,99	1,74	0,402	0,05
Role-playing	7,72	2,33	8,07	1,69	0,101	0,09

Tabla 4.37. Valoración de diferentes actividades.

Al igual que pasaba con el grupo anterior, en este también vemos que los dos únicos ítems con puntuaciones inferiores a 5 son las *explicaciones teóricas* y los *problemas numéricos*, estando en general los demás bien valorados. Para una mejor interpretación de los resultados, mostramos las puntuaciones obtenidas en la gráfica 4.14.



Gráfica 4.14. Valoración de diferentes actividades en 2º y 3º.

Del mismo modo, el ítem que está mejor valorado es el de las *prácticas de laboratorio* en 2º, y en 3º sigue con buenas puntuaciones a pesar de ser superado por *role-playing* y *uso de ordenadores*. Esto es un indicativo de que la parte experimental es muy importante para el alumnado, aunque no rechazan otras dinámicas diferentes a las típicas explicaciones teóricas.

Comparando las puntuaciones entre ambos cursos, vemos que en la mayoría de ítems ha habido un descenso en la media y se han detectado diferencias significativas con unos tamaños de efecto que se encuentran entre un tamaño pequeño y medio, por lo que, aunque la bajada de las puntuaciones no es muy elevada, sí es curioso que en todos los casos que hay diferencias significativas, se está produciendo un descenso. Este hecho puede venir relacionado, como ya comentamos previamente, con que el alumnado está más desinteresado y desmotivado y, por tanto, tiende a puntuar peor las actividades propuestas.

4.2 Libros de texto

En la tabla 4.38 se recogen los resultados obtenidos al analizar 20 libros de texto de Ciencias de la Naturaleza, de los cuales, 10 eran de 1º y 10 de 2º de la ESO. Los datos, se han separado por cursos y en función de si provienen del libro, o si se trata elementos digitales que provienen de un enlace web que aparece en el libro de texto:

Ítems	1º		2º	
	Libro	Digital	Libro	Digital
Ítem 1. Nº Elementos recreativos	159	27	144	28
Ítem 2. Materia implicada				
a) Biología	47	6	34	8
b) Geología	23	0	19	5
c) Química	20	7	8	3
d) Física	51	9	80	11
e) Astronomía	18	5	3	1
Ítem 3. Tipo de elemento de CR.				
a) Juegos	57	15	23	11
b) Juguetes	0	0	4	0
c) Productos tecnocientíficos	8	2	3	0
d) Experiencias lúdicas	94	10	106	17
Ítem 4. Lugar donde se introducen				
a) Principio del tema	2	1	3	3
b) Final del tema	93	10	84	7
c) Márgenes	21	15	9	16
d) Integrado en el desarrollo del tema	34	1	39	1
e) Anexos	9	0	9	1
Ítem 5. Descripción de los				

elementos				
a) Nombrados	9	27	15	28
b) Descritos	150	0	129	0
Ítem 6. Lugar de trabajo				
a) Clase	153	19	142	28
b) Casa	6	8	2	0
Ítem 7. Forma en la que se introducen				
a) Como cuestiones científicas	74	13	86	5
b) Como actividades procedimentales	64	7	30	8
c) Como observación de fenómenos.	21	7	28	15
Ítem 8. Nº Actividades de CR.	183		195	
Ítem 9. Nº Total de actividades	7173		7099	
Ítem 10. Nº Imágenes de CR.	127		126	
Ítem 11. Nº Total de imágenes	3279		3291	
Ítem 12. Nº Total de elementos digitales	651		739	
Ítem 13. Nº Páginas libros	2412		2484	

Tabla 4.38. Resultados del análisis de los libros de texto.

4.2.1. Indicadores sobre la presencia de elementos recreativos

Para comenzar nos interesa comprobar la posible escasez o abundancia de elementos recreativos que pueda encontrarse en los libros de texto. Para ello, haremos uso de los 4 indicadores que ya definimos anteriormente en el estudio de la red de análisis de libros de texto, que nos permitirán comprobar en qué medida cobran importancia los elementos recreativos. En la tabla 4.39 se muestran los resultados de estos indicadores.

Indicadores		1º (%)	2º (%)	1º + 2º (%)
Id1:	(Nº Elementos recreativos/ Nº Páginas)*100	7,71	6,92	7,31
Id2:	(Nº Actividades recreativas/ Nº Total de actividades)*100	2,55	2,75	2,65
Id3:	(Nº Imágenes ciencia recreativa/ Nº Total de imágenes) x100	3,87	3,83	3,85
Id4:	(Nº Elementos digitales recreativos/ Nº Total de elementos digitales)*100	4,15	3,79	3,96

Tabla 4.39. Indicadores sobre la presencia de elementos recreativos.

Podemos observar que en general, en los indicadores no hay diferencias importantes entre 1º y 2º de la ESO. El primer indicador que muestra la cantidad elementos recreativos encontrados en función de las páginas, nos da una estimación de unos 7,31 elementos recreativos cada 100 páginas, lo que equivaldría a un elemento recreativo cada 13 o 14 páginas, un valor, por tanto, bastante pequeño.

En cuanto al segundo indicador, vemos que las actividades asociadas a los elementos recreativos son mínimas al considerar todas las actividades que propone el libro de texto. De este modo, menos de 3 actividades de cada 100 propuestas estarán asociadas a la utilización de la ciencia recreativa y, al haber una cantidad tan pequeña, será muy fácil que pasen desapercibidas y no lleguen ni a realizarse.

Considerando el tercer indicador, sobre la cantidad de imágenes de ciencia recreativa, respecto al total de imágenes, comprobamos también como la aparición de la ciencia recreativa es mínima. Tan solo unas 4 de cada 100 imágenes, se relacionan con la ciencia recreativa, por lo que a un nivel visual tampoco destaca su importancia en los libros de texto.

Por último, el cuarto indicador nos permite estimar en qué medida los elementos digitales tienen en consideración a la ciencia recreativa. Así, vemos que tan solo unos 4 enlaces de cada 100 que visiten los estudiantes pertenecerán a esta

categoría, un porcentaje realmente escaso y que nos indica que en general a un nivel digital la ciencia recreativa también pasa desapercibida.

Así pues, la aparición de la ciencia recreativa en los libros de texto es muy escasa, tanto a un nivel de elementos encontrados, como de actividades, imágenes y enlaces web propuestos. No obstante, esta escasa aparición aún puede agravarse más si los elementos recreativos no se introducen de forma adecuada, por lo que se hace necesario continuar estudiando las características de estos elementos.

4.2.2. Características de los elementos recreativos

En las siguientes tablas se recoge un análisis de las características de los elementos recreativos encontrados a fin de comprobar si se introducen de una manera adecuada. En primer lugar, atendiendo a la materia implicada, obtenemos la tabla 4.40 en la que se muestra el número de elementos recreativos encontrados, asociados a las distintas materias.

Ítem 2. Materia implicada	Nº Elementos recreativos		
	1º	2º	1º + 2º
a) Biología	53	42	95
b) Geología	23	24	47
c) Química	27	11	38
d) Física	60	91	151
e) Astronomía	23	4	27

Tabla 4.40. Número de elementos recreativos.

En la tabla anterior observamos que los elementos recreativos más utilizados en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza son los de física, sobre todo en 2º de la ESO. Ahora bien, es importante reflexionar sobre si estos resultados se deben a una cantidad elevada de temas de física o si dada la facilidad de encontrar actividades lúdicas de esta materia, los libros de texto suelen utilizar la ciencia recreativa sobre todo en los temas de física, dejándolo un tanto de lado en los temas que tratan otras materias

Para poder responder a esta cuestión, necesitamos conocer la cantidad de temas que podemos asociar a cada materia y por ello en los 20 libros de texto analizados, se ha asignado cada tema a una materia concreta en función de cual fuera la temática principal del tema. En la tabla 4.41 se recogen los resultados:

Ítem 2. Materia implicada	Temas		
	1º	2º	1º + 2º
a) Biología	55	50	105
b) Geología	15	20	35
c) Química	10	5	15
d) Física	24	46	70
e) Astronomía	16	0*	16

Tabla 4.41. Cantidad de temas por materia.

Hemos de tener en cuenta que este método de asociar cada tema a una materia en concreto es adecuado siempre que en un mismo tema no se aborden dos materias distintas. De forma general este problema no se presenta con ninguna materia salvo para Astronomía de 2º, ya que no hay ningún tema entero centrado en esta materia, sino que aparece alguna pequeña referencia ubicada en temas de física. Por ello, y aunque para la materia de Astronomía en 2º, este método no es válido, para el resto de casos, el conocer el número de temas por materia, nos permitirá ver de una manera aproximada si hay una preferencia a utilizar elementos recreativos en una materia concreta.

De este modo, para distinguir con facilidad si existe dicha preferencia, vamos a obtener el número de elementos recreativos que aparecen por tema de cada materia teniendo en cuenta que:

$$\text{Nº Elementos en 1 tema (materia A)} = \text{N Elementos (materia A)} / \text{Nº Temas (materia A)}$$

Si realizamos el cálculo anterior para cada caso particular, obtenemos la tabla 4.42:

Ítem 2. Materia implicada	Nº Elementos recreativos/ Nº temas		
	1º	2º	1º + 2º
a) Biología	0,96	0,84	0,90
b) Geología	1,53	1,20	1,34
c) Química	2,70	2,20	2,53
d) Física	2,50	1,98	2,16
e) Astronomía	1,44	-	-

Tabla 4.42. Nº de elementos recreativos por tema.

A partir de la tabla 4.42 vemos que, en general, en las materias de biología, geología y astronomía el porcentaje de elementos recreativos que se introduce en cada tema es mucho menor que en las de física y química. Mientras que en biología o geología se introduce aproximadamente un elemento recreativo en cada tema, en física o química se introducen entre 2 y 3 elementos por tema.

De este modo, las diferencias obtenidas son tan grandes que podemos considerar que se verifica que, dada la facilidad de encontrar actividades de ciencia recreativa en temas de física y química, hay una mayor inclinación a proponer actividades recreativas para estos temas a diferencia de aquellos que abordan conceptos de biología, geología o astronomía. No obstante, esto no significa que no haya actividades de ciencia recreativa adecuadas que podrían utilizarse en estos temas, sino que resulta más difícil encontrarlas, por lo que los autores las incluyen en los libros de texto con menor frecuencia.

Por otro lado, a continuación, estudiaremos el tipo de elementos recreativos que predominan mediante los resultados mostrados en la tabla 4.43:

Ítem 3. Tipos de elementos de ciencia recreativa	1º (%) (N=186)	2º (%) (N=172)	1º + 2º (%) (N=358)
a) Juegos	38,71	19,77	29,61
b) Juguetes	0,00	2,33	1,12
c) Productos tecnocientíficos	5,38	1,74	3,63
d) Experiencias lúdicas	55,91	76,16	65,64

Tabla 4.43. Porcentajes de los diferentes tipos de elementos de ciencia recreativa.

En general, los elementos recreativos que más abundan son las experiencias de carácter lúdico, puesto que más de la mitad de los elementos recreativos encontrados pertenecen a esta categoría. Además, en 2º, aún se incrementa este porcentaje de experiencias propuestas frente a una disminución de la cantidad de juegos, aunque esta última categoría continúa manteniendo un valor elevado.

En un porcentaje mucho menor distinguimos las categorías de juguetes y productos tecnocientíficos, donde también destaca el hecho de que la categoría de juguetes no llegue a aparecer en ningún caso en los libros de 1º de ESO. Estas categorías de ciencia recreativa son muy poco utilizadas por los libros de texto, lo que sumado a la escasa cantidad de elementos recreativos que se encuentran en cada tema, hace que prácticamente no tengan una aparición real.

Por otro lado, atendiendo al lugar en el que son introducidos los elementos recreativos, en la tabla 4.44 se recogen los resultados obtenidos.

Ítem 4. Lugar donde se introducen	1º (%) (N=186)	2º (%) (N=172)	1º + 2º (%) (N=358)
a) Principio del tema	1,61	3,49	2,51
b) Final del tema	55,38	52,91	54,19
c) Márgenes	19,35	14,53	17,04
e) Integrado en el desarrollo del tema	18,82	23,26	20,95
f) Anexos	4,84	5,81	5,31

Tabla 4.44. Porcentaje de elementos recreativos en función del lugar donde se introducen.

En general tanto en 1º como en 2º, la cantidad de elementos que se introducen integrados en el tema es pequeña, tan solo un 18,82% en 1º y un 23,26% en 2º. Esto es contraproducente ya que como comentamos previamente, esta posición es la ideal para que el elemento recreativo forme parte de las explicaciones, experiencias y actividades diarias que se realizan en las clases.

En los otros casos, aunque en función del profesor los elementos recreativos pudieran ser tenidos en cuenta en las clases, lo más probable es que sean ignorados simplemente por estar en un lugar menos relevante. Además, más de la mitad de los elementos recreativos aparecen al final del tema, lo que es un claro indicativo de que los libros de texto no están intentando que las

actividades de ciencia recreativa formen parte de la clase habitual de ciencias, sino que fundamentalmente sean algo muy esporádico y que se utilicen como complemento al acabar el tema, si el profesor así lo desea.

Atendiendo ahora, al grado en el que aparecen descritos o explicados los elementos, mostramos los resultados obtenidos en la tabla 4.45.

Ítem 5. Descripción de los elementos.	1º (%)	2º (%)	1º + 2º (%)
a) Nombrados	19,35	25,00	22,07
b) Descritos	80,65	75,00	77,93

Tabla 4.45. Descripción de los elementos.

Podemos comprobar que una cantidad en torno al 20% de los elementos aparecen solo como nombrados. Se trata de elementos que no aparecen para trabajar en el libro de texto, sino que hay recurrir a distintos enlaces web para encontrarlos o bien, aparecen referidos en los libros, pero con explicaciones realmente insuficientes. Un ejemplo de este último caso, lo encontramos en imágenes que mostraban experiencias de ciencia recreativa, pero sin una explicación de cómo llevarlas a cabo, por lo que no había una descripción adecuada de las mismas. Ante situaciones de este tipo, por más interesante que pueda resultar la actividad de ciencia recreativa, lo más probable es que no se realice por lo que su efecto acabe siendo nulo.

Por este motivo, si bien puede parecer que un 20% es una cantidad pequeña para la categoría de elementos nombrados, debemos tener en cuenta, que ante una cantidad escasa de elementos recreativos en los libros de texto, perder un 20% por no estar descritos en el libro, aún reduce de forma más significativa las posibilidades de realizar actividades recreativas en las clases de ciencias.

Otro aspecto a tener en cuenta es el lugar de trabajo para el que están planteados los elementos recreativos. Se muestran en la tabla 4.46 los resultados obtenidos a este respecto.

Ítem 6. Lugar de trabajo	1º (%)	2º (%)	1º + 2º (%)
a) Clase	92,47	98,84	95,53
b) Casa	7,53	1,16	4,47

Tabla 4.46. Lugar de trabajo.

La ciencia recreativa se caracteriza por utilizar generalmente materiales cotidianos y de fácil acceso. Por ello, y puesto que es posible, es importante que la ciencia recreativa escape del ámbito escolar y haya actividades planteadas para que los estudiantes las realicen en su casa o fuera del centro. De este modo, se hace así posible mostrar aspectos curiosos e interesantes de la ciencia a amigos y familiares, y se logra que esta adquiera una mejor valoración.

Sin embargo, en los libros de texto, la mayoría de actividades recreativas que se proponen tienen un planteamiento orientado a que se realicen en el centro escolar. Así pues, se ha obtenido que tan solo un 7,53% de las actividades de 1º están enfocadas a ser realizadas en casa y en 2º de la ESO un porcentaje aún mucho menor, tan solo un 1,16%. Si bien es cierto, que el porcentaje de actividades para clase es razonable que sea mayor al de casa, el obtener unos porcentajes tan bajos en actividades para casa unidos al hecho de que haya escasez de actividades recreativas en los libros de texto, implica que prácticamente las actividades de ciencia recreativa para casa son inexistentes y la ciencia recreativa queda así restringida tan solo al ámbito escolar.

Una última característica a considerar de los elementos recreativos, es el planteamiento que se realiza de la actividad. En la tabla 4.47 se recogen los resultados obtenidos.

Ítem 7. Forma en la que se introducen	1º (%)	2º (%)	1º + 2º (%)
b) Como cuestiones científicas	46,77	52,91	49,72
c) Como actividades procedimentales	38,17	22,09	30,45
d) Como observación de fenómenos.	15,05	25,00	19,83

Tabla 4.47. Forma en la que se introducen.

Como vemos, alrededor de la mitad de las actividades de ciencia recreativa están planteadas de tal forma que se desaprovecha gran parte del potencial de las mismas. De este modo, tenemos alrededor de un 20% de elementos cuyo único propósito es la mera observación de fenómenos y no buscan que los estudiantes realicen propiamente la actividad recreativa. Por otro lado, en torno a un 40% en 1º y a un 20% en 2º, las actividades están planteadas sin mayor propósito que adquirir habilidades procedimentales, sin intentar buscar la respuesta a cuestiones científicas con la realización de la actividad, por lo que tienen una utilidad limitada que fácilmente podría incrementarse con un planteamiento más adecuado.

Así pues, tan solo un 50% de las actividades aúnan un desarrollo de habilidades procedimentales junto a un aprendizaje de conceptos de la materia, al plantearse desde una perspectiva que busca responder a cuestiones científicas con el desarrollo de la actividad. Es pues, muy preocupante que aproximadamente la mitad de las actividades recreativas no sigan un planteamiento que aproveche su potencial, lo cual limita la calidad de las actividades recreativas que aparecen en los libros de texto.

4.2.3. Comparación con el segundo ciclo

Ahora que ya hemos comprobado la problemática de la ciencia recreativa en los libros de texto de primer ciclo, puede resultar de interés comparar los resultados obtenidos en nuestro estudio con los de Lozano (2012) en 3º y 4º de la ESO para ver si la atención que prestan los libros de texto a la ciencia recreativa cambia con el ciclo.

Aunque en su estudio la red de análisis contemplaba algunas diferencias respecto a la nuestra al tratarse de un estudio de libros de otro ciclo y que no presentaban elementos digitales, sí que podemos comparar los tres primeros indicadores que hemos definido respecto a la presencia de elementos de ciencia recreativa. Por ello, en la tabla 4.48 se muestra esta comparación.

Indicadores		Ciencias de la Naturaleza	Física y Química
		Primer Ciclo (%)	Segundo Ciclo (%)
Id1:	(Nº Elementos recreativos/Nº Páginas)x100	7,31	9,42
Id2:	(Nº Actividades recreativas/ Nº Total de actividades)x100	2,65	1,79
Id3:	(Nº Imágenes ciencia recreativa/ Nº Total de imágenes) x100	3,85	6,16

Tabla 4.48. Indicadores de la presencia de elementos recreativos según el ciclo.

En general la cantidad de elementos recreativos es escasa tanto en el primer como en el segundo ciclo, aunque se observan ligeras diferencias entre ambos. Por un lado, en el primer ciclo hay un mayor porcentaje a nivel de actividades recreativas por lo que en este ciclo se estarían teniendo más en cuenta y tendrían un mayor peso respecto al total de actividades.

Por otro lado, en el segundo ciclo se encuentra un porcentaje superior del número de elementos recreativos respecto a las páginas de los libros de texto y también del porcentaje de imágenes recreativas. Estos porcentajes levemente superiores del segundo ciclo con respecto al primero en cuanto al número de elementos recreativos e incluso de imágenes, podrían ser debidos en parte a que, como ya hemos observado en el primer ciclo, fundamentalmente se proponen actividades recreativas en los temas de física y química, a diferencia de los temas asociados a biología, geología y astronomía, lo que justificaría porcentajes mayores para el segundo ciclo.

No obstante, y a pesar de las pequeñas diferencias mencionadas entre ambos ciclos, la ciencia recreativa sigue teniendo una aparición muy escasa en los libros de texto de ambos, por lo que se trata de una problemática que abarca la totalidad de la secundaria.

4.2.4. La utilización de la ciencia recreativa según la editorial

Hasta ahora, hemos trabajado siempre con los datos obtenidos de todos los libros de texto en conjunto, pero es importante reconocer que siempre habrá editoriales que tengan más en cuenta la importancia de incorporar la ciencia recreativa en sus libros de texto. Por esta razón consideramos que merece la pena hacer un breve análisis de las distintas editoriales respecto a la presencia de elementos de ciencia recreativa en cada una.

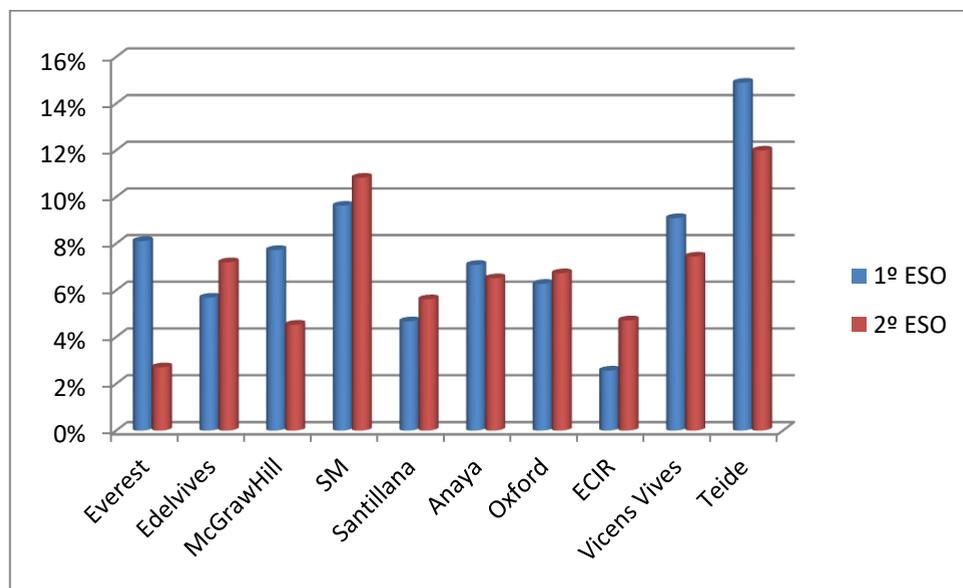
En la tabla 4.49 se muestran los 4 indicadores sobre la presencia de elementos de ciencia recreativa para cada editorial y distinguiendo también el curso analizado.

Editoriales	1º				2º			
	Id1	Id2	Id3	Id4	Id1	Id2	Id3	Id4
Everest	8,11	3,41	3,83	-	2,7	1,69	1,88	-
Edelvives	5,68	1,48	2,54	4,00	7,2	3,19	3,86	15,00
McGrawHill	7,73	2,58	2,66	5,00	4,52	1,61	2,56	8,70
SM	9,62	3,38	4,81	2,40	10,82	5,61	4,30	2,86
Santillana	4,67	1,9	2,74	6,45	5,61	1,53	3,32	9,52
Anaya	7,08	1,97	5,19	3,01	6,51	2,04	4,98	1,81
Oxford	6,27	2,12	3,20	-	6,73	2,76	3,90	-
ECIR	2,56	0,7	2,36	-	4,71	1,76	2,58	-
Vicens Vives	9,09	2,03	2,75	5,84	7,44	1,72	3,04	7,87
Teide	14,89	7,18	8,29	18,18	11,99	5,76	7,20	11,11

Tabla 4.49. Indicadores de la presencia de elementos recreativos según la editorial.

Como vemos en la tabla anterior, para algunas editoriales no se ha podido calcular el cuarto indicador sobre la presencia de los elementos digitales de ciencia recreativa debido a que algunas de ellas en los libros de texto analizados, aún no incluían elementos digitales.

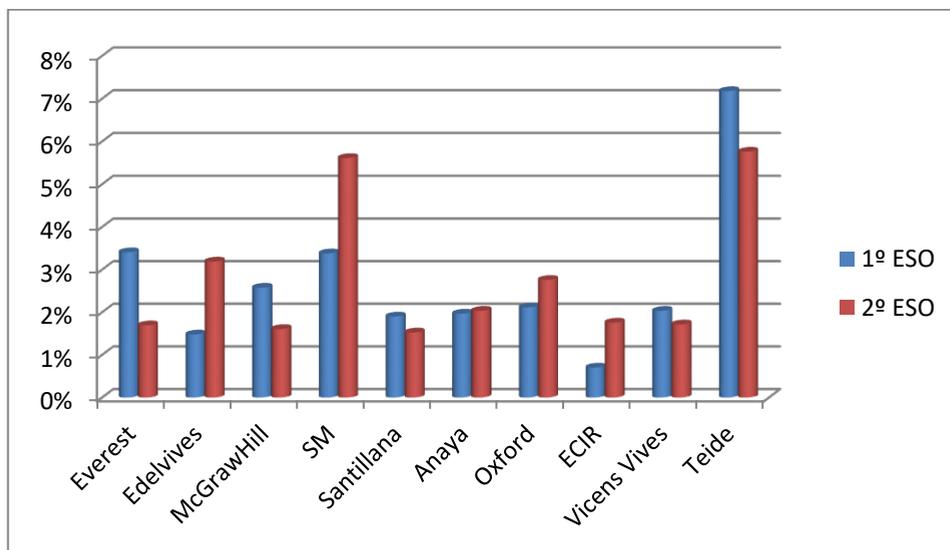
Para poder realizar una comparación más adecuada, a continuación mostraremos gráficamente los resultados obtenidos en la tabla anterior. En primer lugar, en la figura 4.15 presentamos los valores del Id1 según la editorial.



Gráfica 4.15. Porcentaje de elementos recreativos respecto al total de páginas según la editorial.

Como podemos apreciar en la gráfica anterior el porcentaje de elementos recreativos según las páginas varía mucho en función de la editorial y en algunos casos también del curso. La editorial Teide es la que presenta mayor porcentaje de estos elementos llegando a superar el 14% para 1º de la ESO y siguiendo con el mayor porcentaje también para 2º, con un 11,99%. Otra editorial que destaca también es SM con valores en torno al 10% tanto en 1º como en 2º de la ESO. La mayoría de editoriales como podemos apreciar toma valores mucho más bajos en torno al 6% o 7%, aunque también distinguimos editoriales con un porcentaje realmente bajo como es el caso de ECIR, con un 2,56% en 1º y un 4,71% en 2º. Además, resulta muy llamativa la gran bajada de la editorial Everest que de estar por encima del 8% en 1º pasa a estar por debajo del 3% en 2º, lo que parece indicar que no aprecian realmente la utilidad que tiene la ciencia recreativa.

Para continuar estudiando en detalle el tratamiento que hacen de la ciencia recreativa las distintas editoriales, consideraremos ahora el porcentaje de actividades recreativas (Id2).

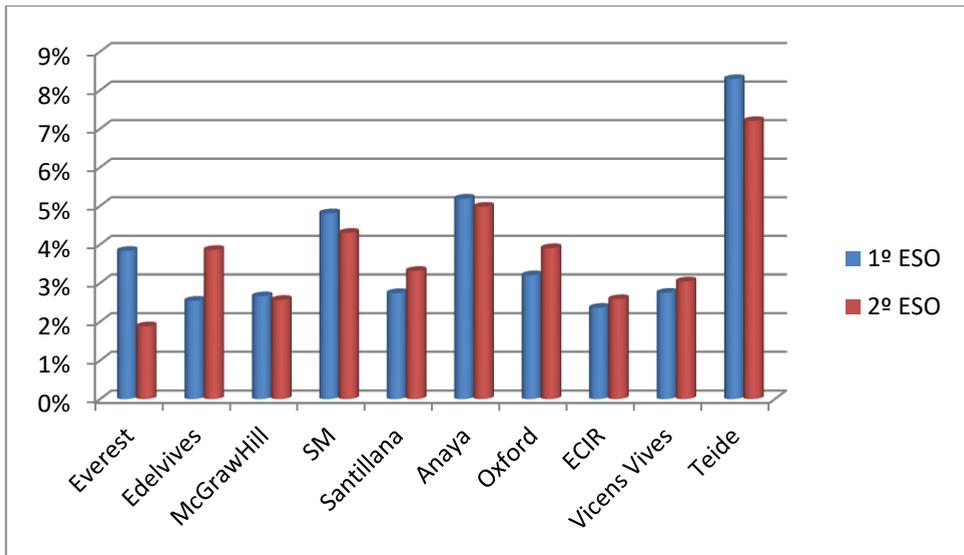


Gráfica 4.16. Porcentaje de actividades recreativas en función del total de actividades según la editorial.

Como vemos aquí Teide continúa siendo la gran favorita con un 7,18% en 1º y un 5,76% en 2º. El resto de las editoriales toman valores muy bajos, en torno al 2% o 3% salvo en el caso de SM para 2º de la ESO, donde llega a un 5,61%. Este porcentaje de actividades recreativas de SM es mucho menor en 1º que en 2º, aunque curiosamente el porcentaje de elementos recreativos (Id1) toma valores semejantes, lo que sugiere que, en 1º, para esta editorial, hay una menor cantidad de actividades asociadas a los elementos recreativos.

De este modo, salvo las excepciones de Teide y de SM en 2º, no se aprecia que las editoriales den la importancia adecuada a las actividades de ciencia recreativa, que en general son muy escasas.

Por otro lado, considerando ahora las imágenes de los libros de texto, podemos comparar también las distintas editoriales según el porcentaje de imágenes recreativas respecto al total de imágenes (Id3).

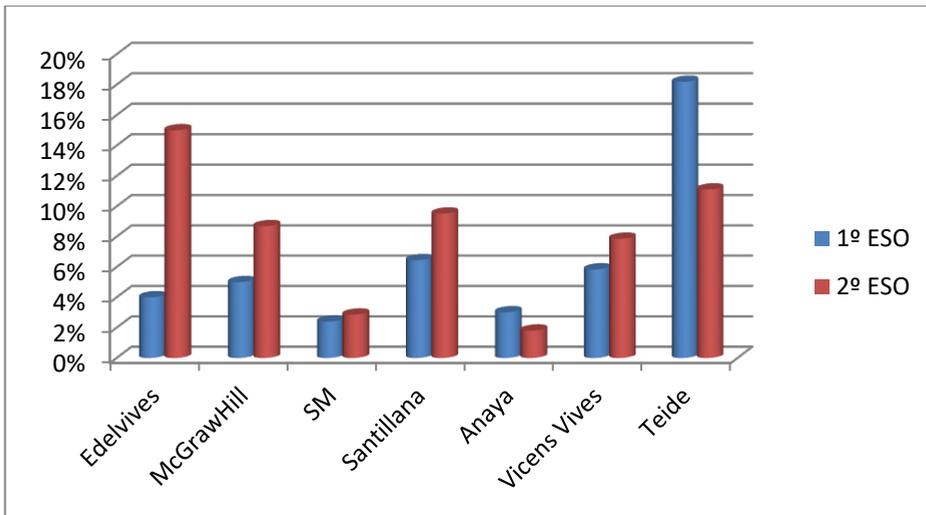


Gráfica 4.17. Porcentaje de imágenes recreativas respecto el total de imágenes según la editorial.

En cuanto a este indicador sobre la importancia prestada a las imágenes de ciencia recreativa, la editorial Teide que ya obtuvo los mejores resultados en porcentaje de elementos y de actividades, es la que también obtiene porcentajes mayores en este aspecto, un 8,29% en 1º y un 7,20% en 2º

Por debajo de esta editorial encontramos a SM y Anaya con valores en torno a un 4% y 5% aproximadamente y ya, entre un 2% y un 4% encontraríamos a prácticamente la totalidad de editoriales.

Por último, puede ser de interés estudiar también gráficamente el porcentaje de elementos digitales recreativos que aparecen en cada editorial (Id4), teniendo en cuenta que Everest, Oxford y ECIR no aparecerán en la gráfica por no presentar ningún elemento digital.



Gráfica 4.18. Porcentaje de elementos digitales recreativos en función del total de elementos digitales de cada libro.

En este caso Teide continúa siendo la editorial que mayor porcentaje de elementos digitales de ciencia recreativa posee en 1º de la ESO, con un 18,18%. No obstante, en 2º predomina Edelvives con un 15% a pesar de que justamente esta editorial en este curso tiene un porcentaje de elementos de ciencia recreativa bastante bajo como hemos visto en la figura 4.13.

Las editoriales con menor porcentaje de elementos digitales de ciencia recreativa son SM y Anaya y este es un dato curioso, ya que como apreciamos en la tabla 4.50 son justamente estas editoriales las que mayor cantidad de elementos digitales presentan.

Elementos digitales				
Editoriales	1º		2º	
	Recreativos	Totales	Recreativos	Totales
Everest	0	0	0	0
Edelvives	1	25	3	20
McGrawHill	1	20	2	23
SM	6	250	7	245
Santillana	2	31	2	21
Anaya	5	166	6	332
Oxford	0	0	0	0
ECIR	0	0	0	0
Vicens Vives	8	137	7	89
Teide	4	22	1	9

Tabla 4.50. Elementos digitales para cada editorial.

Como vemos, el hecho de que una editorial posea muchos elementos digitales no significa necesariamente que vaya a tener muchos que estén asociados a la ciencia recreativa, pues son justamente las dos editoriales con mayor cantidad de elementos digitales las que peor porcentaje tienen de elementos digitales de ciencia recreativa. Por el contrario, Teide o Edelvives en 2º, que presentan una cantidad pequeña de elementos digitales tienen un buen porcentaje.

Resulta también destacable el caso de Vicens Vives, pues aunque su porcentaje de elementos digitales de ciencia recreativa no es el más alto, 5,84% en 1º y 7,87% en 2º sí que es muy superior al de Anaya y SM, a pesar de que esta editorial también tiene una cantidad elevada de elementos digitales, por lo que el presentar una cantidad alta de elementos digitales no debe ser una excusa para que solo unos pocos tengan relación con la ciencia recreativa.

En vista de todo lo anterior, podemos concluir que, de todas las editoriales analizadas, la que tiene más en cuenta la utilización de la ciencia recreativa es la editorial Teide. La razón de esto se debe a que esta editorial es la única que presenta un apartado propio de ciencia recreativa en cada unidad y ubicado al final de la misma, denominado *Juega con la ciencia*. Además, aunque debido a

esto la mayoría de elementos recreativos se encuentran expuestos al final de cada tema, en lugar de integrados en el desarrollo del mismo, como sería lo ideal, sí debemos reconocer que prestan una gran atención a la ciencia recreativa al poseer esta un apartado propio en cada unidad.

Sin embargo, como ha demostrado este análisis sobre la presencia de elementos recreativos, la mayor parte de editoriales obtiene valores realmente bajos en cuanto a la aparición de la ciencia recreativa en sus libros de texto, y debería, por tanto, ser una prioridad a corregir para evitar el desarrollo de las actitudes negativas hacia las ciencias.

4.3 Profesores en activo

Para esta parte de la investigación se han buscado docentes que estuvieran en activo y no solo formándose, ya que se trata de comprobar tanto su opinión como el uso real que hacen de la ciencia recreativa en las clases de ciencias.

Para obtener esta información se ha utilizado el cuestionario desarrollado previamente y se ha complementado con algunas entrevistas semi-estructuradas a algunos de los docentes participantes en esta investigación.

4.3.1 Cuestionario

El cuestionario sobre la opinión y utilización de la ciencia recreativa ha sido rellenado por 26 profesores (14 mujeres y 12 hombres) de ciencias en activo de diferentes centros escolares de la Comunidad Valenciana.

Los resultados obtenidos de este cuestionario han sido los siguientes:

- **Ítem 1.- ¿Crees que puede ser útil introducir actividades de ciencia recreativa "juegos, juguetes y pequeñas experiencias" como parte de la práctica metodológica habitual? ¿Por qué?**

Al responder a este ítem, absolutamente todos los profesores encuestados han dado una respuesta afirmativa respecto a la utilidad de la ciencia recreativa para las clases de ciencias, encontrándose respuestas como:

P1: *“Sí, no solo porque hacen la asignatura más atractiva sino porque son una buena herramienta pedagógica para adquirir ciertas destrezas y conocimientos.”*

P2: “Me parece muy útil porque los alumnos identifican así con más facilidad los fenómenos científicos en la vida cotidiana. Les motiva, despierta su curiosidad.”

Junto a estas afirmativas sobre la utilidad de la ciencia recreativa, se han aportado diferentes motivos como justificación. Por ello, en la tabla 4.51 se recogen las diferentes razones aportadas en las respuestas obtenidas.

Razones para utilizar la ciencia recreativa	N	%
Favorece el aprendizaje	12	26,67
Aumentar el interés	8	17,78
Aumentar la motivación	7	15,56
Clases más divertidas	5	11,11
Conecta la teoría con situaciones prácticas	5	11,11
Relaciona la ciencia con la vida diaria	3	6,67
Clases más cercanas	3	6,67
Desarrollar el espíritu crítico	1	2,22
Fácil de realizar	1	2,22
Total	45	100,00

Tabla 4.51. Razones para utilizar la ciencia recreativa.

De este modo, la valoración inicial del profesorado en activo hacia la ciencia recreativa es positiva, siendo justificada fundamentalmente por razones como una mejora del aprendizaje (26,67%), un aumento del interés (17,78%), de la motivación (15,56%) o por clases más divertidas o por conectar la teoría con situaciones prácticas (ambas con un 11,11%).

Así pues, la ciencia recreativa es valorada por el profesorado en activo como una herramienta útil para mejorar la actitud y el aprendizaje, pero una valoración positiva de estos aspectos no implica necesariamente que acabe siendo utilizada en las clases de ciencias.

➤ **Ítem 2.- Nombra en caso de conocer actividades concretas de ciencia recreativa.**

Otro aspecto a tener en cuenta es si el profesorado conoce actividades concretas de ciencia recreativa, porque si bien puede haber una valoración positiva hacia la misma, un desconocimiento de este tipo de actividades implicaría que no se lleven a cabo en las clases.

En la tabla 4.52 se recogen las respuestas obtenidas agrupadas en diferentes categorías. Las respuestas se diferencian según el número de actividades de ciencia recreativa que es capaz de citar el profesor, distinguiendo dos categorías en las que el profesorado no llega a proponer ninguna actividad concreta, bien porque deja este ítem sin responder o bien porque da una respuesta completamente genérica, que no es lo que se pide.

Categorías	N	%
3 o más actividades de CR	7	26,92
2 Actividades	4	15,38
1 Actividad	3	11,54
Propuesta general	8	30,77
Respuesta en blanco	4	15,38
Total	26	100,00

Tabla 4.52. Categorías de las propuestas de actividades de ciencia recreativa.

Los resultados obtenidos nos muestran que un número muy elevado de profesores no llega a dar una respuesta concreta sobre actividades de ciencia recreativa. De este modo, un 15,38% deja este ítem en blanco mientras que un 30,77% se limita a dar una respuesta genérica, como son propuestas tipo: “realización de experimentos, uso de applets”.

Por otro lado, tan solo un 26,92% muestra un conocimiento amplio de actividades de ciencia recreativa al ser capaz de proponer 3 o más actividades de este tipo. En menor medida encontramos también respuestas en las que se citan 1 (11,54%) o 2 actividades (15,38%). Algunas de estas respuestas obtenidas serían las siguientes:

P1. Vasos de hilos. Refracción de la luz con un objeto y agua. Identificar las características de rocas y minerales mediante la observación.

P2. Elaboración de pan o yogur (análisis de las fermentaciones). Juegos con lentes y espejos para ver fenómenos de reflexión y refracción.

P3. Conversión de monedas de 5 y 10 céntimos, en "monedas de plata y oro".

Así pues, si bien una cierta cantidad del profesorado muestra conocer actividades de ciencia recreativa, es considerable que un 46,15% no llegue a realizar ninguna propuesta de actividades concretas que puedan realizarse en clase. De este modo, las respuestas en blanco o genéricas nos indican que el conocimiento de gran parte del profesorado hacia este tipo de actividades, en general, es escaso y por tanto, muchos de estos docentes no llegarán a utilizar la ciencia recreativa en las clases de ciencias.

➤ **Ítem 3.- ¿Qué dificultades consideras que puedes encontrar a la hora de realizar actividades de ciencia recreativa en las clases?**

Las dificultades que presente el profesorado en la utilización de la ciencia recreativa en las clases de ciencias, son un factor clave que influye en que se realicen o no, actividades de este tipo. Por esta razón en la tabla 4.53 se recogen las dificultades aportadas por los docentes.

Dificultades	N	%
Falta de tiempo	18	41,86
Excesivo número de alumnos	9	20,93
Aulas no acondicionadas	5	11,63
Encontrar experiencias de ciencia recreativa	3	6,98
Falta de material	3	6,98
Falta de preparación del profesor	2	4,65
Dispersión de los alumnos	2	4,65
Requieren un gran esfuerzo de preparación	1	2,33
Total	43	100,00

Tabla 4.53. Dificultades del profesorado.

Una buena parte de estas dificultades aportadas en el fondo vienen por una falta de experiencia y preparación del profesor en la utilización de la ciencia recreativa. La *falta de tiempo* (41,86%) muestra claramente que el profesorado no sabe cómo compaginar la ciencia recreativa con el temario que desea impartir y por ello, en lugar de considerarla como una forma de alcanzar los objetivos propuestos, la ve como un obstáculo para lograr dar el temario a tiempo.

De igual forma, otras dificultades también indican claramente esta falta de experiencia por parte del profesorado, la dificultad de *encontrar experiencias de ciencia recreativa* (6,98%), la *falta de preparación* (4,65%) o el *gran esfuerzo de preparación* (2,33%), nos muestran este hecho. El profesorado no conoce y no sabe dónde encontrar actividades de ciencia recreativa, razón por la cual los cursos de formación para docentes son tan importantes para que puedan conocer y dominar nuevas herramientas.

Otros aspectos como *aulas no acondicionadas* (11,63%), o la *falta de material* (6,98%), sugieren también problemas como falta de laboratorio o pocos medios en el centro, dificultades que realmente influyen poco en la posibilidad de hacer muchas actividades de ciencia recreativa, al poder en su mayoría realizarse en la clase directamente y con materiales cotidianos. Estas dificultades realmente estarían más relacionadas con las prácticas de laboratorio que con la ciencia recreativa, siendo probablemente las prácticas de laboratorio, en lo que está pensando la mayor parte del profesorado al no estar familiarizados con la ciencia recreativa.

Por otro lado, el *excesivo número de alumnos* (20,93%) o la *dispersión* de los mismos (4,65%) nos muestran también que, tanto profesores como estudiantes, no están acostumbrados a trabajar de un modo práctico en pequeños grupos en las clases de ciencia, por lo que una cantidad grande de alumnos se plantea como un gran problema para el profesor. No obstante, esta dificultad perdería relevancia con un profesorado con mayor experiencia y que utilizara habitualmente actividades de este tipo, para que los estudiantes se familiarizaran con la forma de trabajo.

Así pues, estos resultados nos muestran un profesorado que, en general, tiene poca experiencia y le falta preparación a la hora de utilizar la ciencia recreativa en las clases, por lo que se encuentra frente a diferentes dificultades que, en

muchos casos, le llevan a no utilizar esta herramienta, prefiriendo dinámicas más teóricas para el desarrollo de las clases de ciencias. Es necesario, por tanto, una mayor formación del profesorado que le permita salir de forma exitosa de estas dinámicas más tradicionales.

➤ **Ítem 4.- ¿Con qué frecuencia realizas actividades de ciencia recreativa en las clases?**

Para complementar los aspectos ya estudiados, conviene ahora analizar la frecuencia con la que los docentes realizan actividades de ciencia recreativa. En la tabla 4.54 se recogen los resultados obtenidos.

Categorías	N	%
En todos los temas	1	3,85
En casi todos los temas	1	3,85
En algunos temas	24	92,31
Nunca	0	0,00

Tabla 4.54. Frecuencia con la que se utiliza la ciencia recreativa.

Comprobamos que prácticamente la totalidad del profesorado da como respuesta en *algunos temas* (92,31%), con algunas excepciones para *en casi todos los temas* (3,85%) y *en todos los temas* (3,85%). De este modo, la mayoría del profesorado reconoce utilizar la ciencia recreativa de forma esporádica y no como una práctica metodológica habitual para sus clases.

Además, destaca el hecho de que no haya ninguna respuesta en la categoría de *nunca*, lo que nos indica que el profesorado en parte tiende a no puntuar demasiado negativamente el uso que hacen de esta herramienta. Así pues, prefieren una respuesta más neutra como *en algunos temas*, que la de *nunca*, a pesar de que muchos de ellos a la hora de la verdad no hagan uso de esa herramienta pues, como hemos visto, muchos desconocen actividades de ciencia recreativa y presentan dificultades asociadas a una falta de experiencia.

➤ **Ítem 5.- Valora (de 0 a 10 pudiendo utilizar decimales) el interés que crees que tienen las siguientes metodologías en tu práctica docente:**

Por último, cabe considerar la opinión del profesorado ante las diferentes prácticas metodológicas que pueden utilizar para las clases de ciencias. Así pues, en la tabla 4.55 se recogen los resultados obtenidos a este respecto.

Ítems	Media	D.E
Prácticas de laboratorio	9,00	1,70
Explicaciones teóricas	8,77	1,11
Trabajos de investigación	8,35	1,20
Uso de ordenadores	8,12	1,24
Experiencias demostrativas	7,73	1,43
Videos educativos	7,65	1,29
Problemas numéricos	7,58	1,55
Role-playing	7,42	0,99
Uso de juegos y juguetes	7,23	1,90
Tertulias/debates	7,00	1,90
Visitas a fábricas, museos...	6,88	1,82
Trabajos de taller	6,85	2,52
Comentario de noticias	6,50	1,79
Elaboración de murales	6,00	1,83

Tabla 4.55. Valoración del profesorado de diferentes prácticas metodológicas.

El ítem mejor puntuado son las *prácticas de laboratorio* con un 9 a la que le siguen las *explicaciones teóricas* con un 8,77. Posteriormente, encontramos los *trabajos de investigación*, el *uso de ordenadores*, y ya en quinto lugar aparece el ítem de ciencia recreativa de las *experiencias demostrativas* con un 7,73. El otro ítem de ciencia recreativa, *juegos y juguetes*, se encuentra en noveno lugar con un 7,23 y precedido de los *videos educativos*, *problemas numéricos* y *Role-playing*. Estos resultados nos indican, por tanto, que el profesorado valora fundamentalmente las prácticas metodológicas más tradicionales como son las *prácticas de laboratorio* y las *explicaciones teóricas*, aunque no necesariamente se realicen luego tales prácticas de laboratorio.

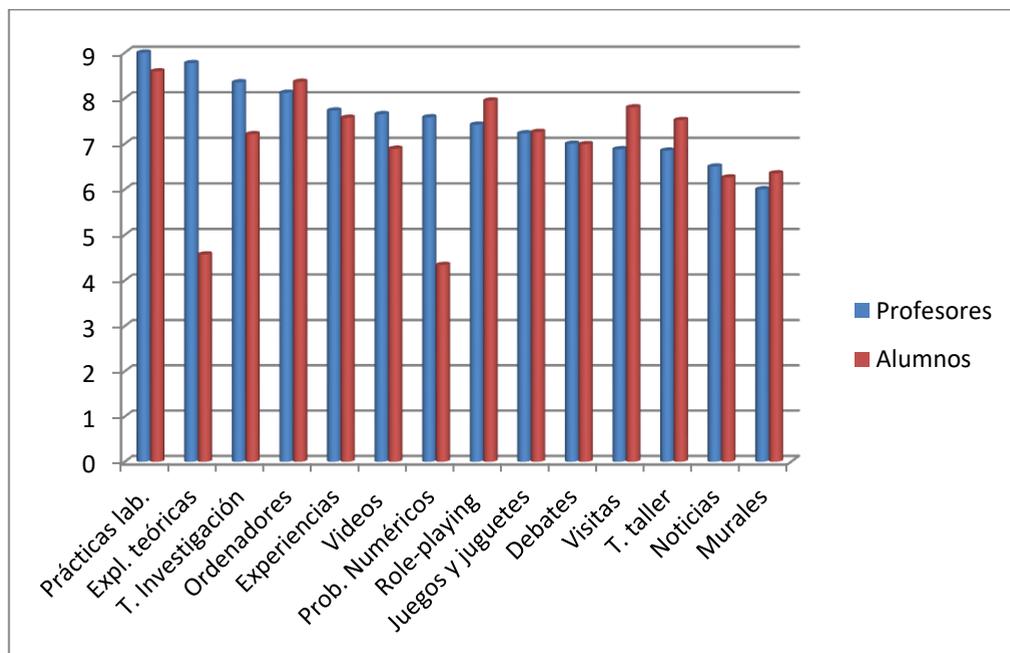
A pesar de que los dos ítems relacionados con la ciencia recreativa, *experiencias demostrativas* y *juegos y juguetes*, reciben una puntuación en el intervalo del 7 al 8, gran parte de los ítems considerados, están valorados en este intervalo, habiendo pocos ítems con una puntuación inferior, por lo que realmente se está mostrando que la ciencia recreativa queda en un segundo plano respecto a las dinámicas más tradicionales y se valora en un grado muy parecido al de los *problemas numéricos*, cuya utilidad real a nivel de aula es muy limitada.

Cabe plantearse también la diferencia del interés que pueden presentar los profesores y los estudiantes ante estas diferentes prácticas metodológicas, por lo que en la tabla 4.56 se muestra una comparación de los profesores con la valoración dada por los estudiantes de los grupos considerados previamente.

Ítems	Profesores		Alumnos		P Sign. (b1)	r
	Media	D.E	Media	D.E		
Prácticas de laboratorio	9,00	1,70	8,59	1,76	0,059	0,07
Explicaciones teóricas	8,77	1,11	4,57	2,75	0,000*	0,29
Trabajos de investigación	8,35	1,20	7,21	2,37	0,022*	0,09
Uso de ordenadores	8,12	1,24	8,36	1,79	0,119	0,06
Experiencias demostrativas	7,73	1,43	7,57	2,04	0,842	0,01
Videos educativos	7,65	1,29	6,89	2,39	0,203	0,05
Problemas numéricos	7,58	1,55	4,34	2,83	0,000*	0,23
Role-playing	7,42	0,99	7,95	2,18	0,006*	0,11
Juegos y juguetes	7,23	1,90	7,26	2,53	0,529	0,02
Tertulias/debates	7,00	1,90	6,99	2,43	0,682	0,02
Visitas a fábricas, museos...	6,88	1,82	7,80	2,29	0,003*	0,12
Trabajos de taller	6,85	2,52	7,52	2,07	0,201	0,05
Comentario de noticias	6,50	1,79	6,26	2,32	0,734	0,01

Elaboración de murales	6,00	1,83	6,35	2,60	0,224	0,05
------------------------	------	------	------	------	-------	------

Tabla 4.56. Comparación entre profesores y estudiantes de diferentes prácticas metodológicas.



Gráfica 4.19. Comparativa de las puntuaciones de los profesores y los alumnos.

La tabla y gráfica anteriores nos muestran como diferencias fundamentales, la mala valoración de los estudiantes ante las *explicaciones teóricas* y los *problemas numéricos* en comparación con los docentes. Así, mientras los profesores valoran con un 8,77 las *explicaciones teóricas*, los estudiantes lo hacen con un mero 4,57. De igual modo, los *problemas numéricos* son valorados por los docentes con un 7,58 mientras que los estudiantes lo hacen con tan solo un 4,34. A pesar de que en ambos ítems aparecen diferencias significativas, no se alcanzan valores grandes de tamaños de efecto, dada la gran cantidad de estudiantes y la cantidad mucho menor de docentes que intervienen para esta comparación. No obstante, y a pesar de ello, sí que podemos apreciar claramente esta discrepancia que se produce entre estudiantes y profesores y que bien puede influir negativamente en las actitudes de los estudiantes.

También encontramos diferencias estadísticamente significativas y con una preferencia, aunque más leve, por parte del profesorado de los *trabajos de investigación*, con un 8,35 frente al 7,21 que puntúan los estudiantes. En cuanto a las otras prácticas metodológicas, tan solo aparecen diferencias estadísticamente significativas para los ítems de *Role-playing* y *visitas a fábricas* en las que los estudiantes dan una puntuación un poco superior a la de los docentes, pero en el resto de ítems ya no se detectan diferencias significativas al no hallarse diferencias tan grandes entre las puntuaciones de ambos grupos.

Considerando los ítems relacionados con la ciencia recreativa, de *experiencias demostrativas* y *juegos y juguetes*, ambos reciben una puntuación muy semejante por parte de docentes y estudiantes. En este sentido hay que tener en cuenta que los estudiantes no conocen la aplicación a nivel de aula de estas metodologías recreativas, lo que les lleva a dar una puntuación más neutra y por ello, semejante a la del profesorado, a pesar de que sí tienen muy claro que no desean las típicas *explicaciones teóricas* que tanto valoran los docentes.

4.3.2 Entrevistas

A pesar de que los resultados obtenidos al aplicar los diferentes instrumentos de análisis apoyan nuestra hipótesis inicial, se ha considerado también oportuno entrevistar a algunos de los profesores de ciencias de secundaria que han participado en esta investigación.

De este modo, podemos ver interesantes matices de este profesorado que pueden pasar desapercibidos en los cuestionarios.

Por tanto, podemos observar que si bien, la motivación hacia el aprendizaje es uno de los rasgos fundamentales que se ponen de manifiesto en relación con el aprendizaje de las ciencias, por otro lado, no todos los profesores comparten el mismo enfoque, lo que nos permite ser partícipes de visiones muy diferentes que tal vez puedan tener una repercusión en la actitud del alumnado hacia las ciencias.

Además, estas entrevistas de corta duración, permiten confirmar las opiniones ya reflejadas en los cuestionarios, por lo que se han formulado preguntas que apuntan de manera directa en esta dirección.

Entrevista realizada a Ana, profesora 52 años. Especialista en Física y Química. Lleva impartiendo asignaturas de ciencias 27 años.

-Buenos días Ana. ¿Llevas muchos años impartiendo asignaturas de ciencias?

-Creo que no tantos como quisiera.

¿Qué quieres decir?

Cuando algo te gusta, el tiempo se te hace corto, y yo disfruto mucho enseñando ciencias.

Me imagino, por tanto, que siempre te han gustado las ciencias...

-La verdad es que no. Aunque ahora te parezca increíble, odiaba las ciencias y las matemáticas.

-¿En serio?

-Pues sí. Me aburrían. Creía que no se me daban bien.

-Pero has acabado como profesora de ciencias...

-En realidad, eso fue gracias a un profesor suplente que tuve. Fue algo increíble. Aquel año de 2º de BUP, creí que iba a ser como los otros. Pero de repente la profesora que tenía, cogió una baja y nos enviaron a un chico joven como sustituto. Y ahí comencé a amar las Ciencias.

Era realmente increíble. Cada clase era una aventura. No sabías por donde iba a salir cada día, de modo que empecé a interesarme. De tener unas notas mediocres, comencé a sacar sobresalientes en la asignatura. Fue magnífico. Entonces pensé que yo quería ser como él. Quería enseñar Ciencia, pero no solo transmitir el conocimiento, sino hacer vibrar su interior, crear magia para ellos para que amaran el conocimiento, el descubrir nuevos mundos en la ciencia.

- Por tanto, ¿utilizas la ciencia recreativa de forma habitual?

-Como ya te imaginarás por lo que te he contado, siempre. Me encanta ver la cara de asombro de mis alumnos cada vez que antes de explicar algo nuevo, los pongo al borde del abismo intelectual. Me encanta romper sus esquemas.

-¿Crees que de este modo tus alumnos aprenden más?

-Creo que despierto su hambre de saber. De hecho, a veces se pelan otras clases cuando tienen exámenes, pero la mía es una de las que rara vez faltan.

-Por lo que dices, parecen alumnos muy motivados en tu asignatura...

-Bueno, aunque sea pecar de inmodesta, te diré que a veces me han preguntado algunos compañeros que qué es lo que hago para que no falten a mis clases.

-¿Y tú que les respondes?

-Pasármelo bien con ellos.

-¿Y crees que de este modo alcanzan un buen nivel de conocimientos?

-Una prueba clara, es la selectividad. Ahí se puede ver numéricamente el trabajo de mis alumnos. Y francamente, los resultados son muy buenos.

Hay una frase que me gusta mucho y que dice así:

“El maestro mediocre dice. El buen maestro explica. El profesor superior demuestra. El gran maestro inspira”.

Creo que hay mucha mediocridad en la enseñanza. Creo que ya es hora de que cambien las cosas, de que todos seamos grandes maestros que no solo enseñen, sino que inspiren a sus alumnos.

-¿Crees que has inspirado a muchos alumnos?

-Al menos estoy segura de que he despertado su curiosidad, sus ganas de saber y, además, algunos han seguido mis pasos y se han ido a la rama de Física como yo, porque quieren ser maestros que inspiren también a sus alumnos. Ese es mi mayor regalo.

-¿Crees que tienes los medios necesarios para realizar todas las actividades que te gustaría hacer?

-Una pregunta interesante. La mayoría de las veces, no. Pero querer, es poder. Hay que saber buscarse la vida. Yo siempre utilizo materiales cotidianos de uso diario. Son baratos y así, los alumnos pueden repetir en sus casas muchas de las demostraciones hechas en clase.

-Muchas gracias por compartir tu experiencia.

Entrevista realizada a Pedro, profesor 58 años. Especialista en Física y Química. Lleva impartiendo asignaturas de Ciencias 31 años.

-Buenos días, Pedro. Tú llevas muchos años impartiendo asignaturas de ciencias, ¿verdad?

-Podríamos decir que más de media vida.

-Y ¿te gusta enseñar ciencias?

-Me gustan las ciencias. Pero enseñar es un trabajo duro. Te encuentras a menudo con alumnos que no quieren aprender y eso es duro.

-¿Por qué razón crees que no quieren aprender?

-No les gustan las ciencias. Las consideran aburridas o difíciles. No sé.

-¿Crees que las ciencias son aburridas?

-En absoluto. Esa es la visión de los chicos, no la mía.

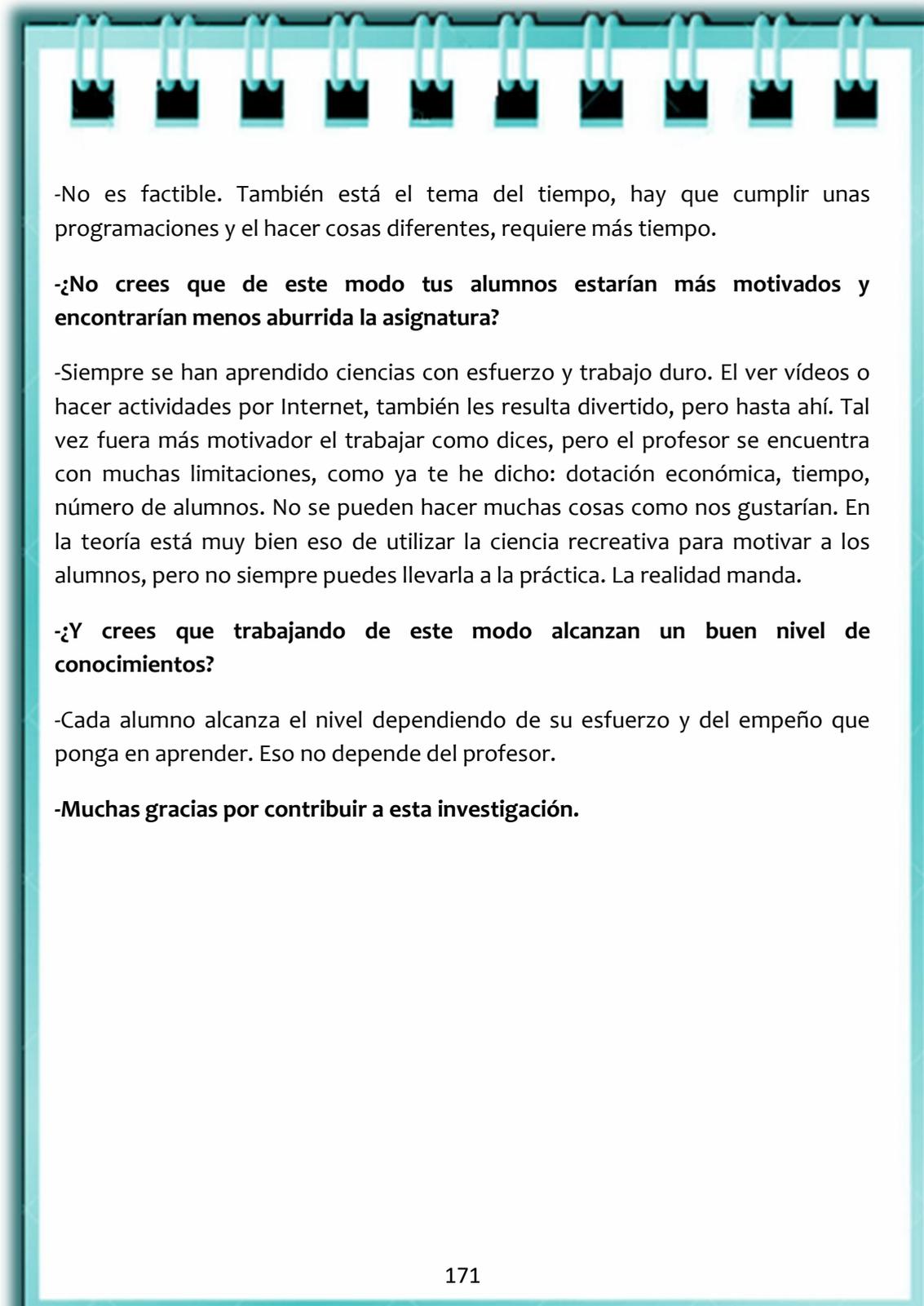
-¿Sueles utilizar la ciencia recreativa en tus clases?

-Bueno, a veces vamos al laboratorio. Hacemos algún experimento...

-¿Crees que tienes los medios necesarios para realizar todas las actividades que te gustaría hacer?

-Ese es uno de los problemas fundamentales, las dotaciones a los institutos con materiales necesarios. A menudo todo se fundamenta en cuestiones económicas. Además, está el tema de la cantidad de alumnos. Son demasiados en las aulas y eso, limita mucho.

-Por tanto, ¿no sueles utilizar la ciencia recreativa de forma habitual?



-No es factible. También está el tema del tiempo, hay que cumplir unas programaciones y el hacer cosas diferentes, requiere más tiempo.

-¿No crees que de este modo tus alumnos estarían más motivados y encontrarían menos aburrida la asignatura?

-Siempre se han aprendido ciencias con esfuerzo y trabajo duro. El ver vídeos o hacer actividades por Internet, también les resulta divertido, pero hasta ahí. Tal vez fuera más motivador el trabajar como dices, pero el profesor se encuentra con muchas limitaciones, como ya te he dicho: dotación económica, tiempo, número de alumnos. No se pueden hacer muchas cosas como nos gustaría. En la teoría está muy bien eso de utilizar la ciencia recreativa para motivar a los alumnos, pero no siempre puedes llevarla a la práctica. La realidad manda.

-¿Y crees que trabajando de este modo alcanzan un buen nivel de conocimientos?

-Cada alumno alcanza el nivel dependiendo de su esfuerzo y del empeño que ponga en aprender. Eso no depende del profesor.

-Muchas gracias por contribuir a esta investigación.

Entrevista realizada a Amparo, profesora de 60 años. Especialista en Ciencias de la Naturaleza. Lleva impartiendo asignaturas de Ciencias 33 años.

-Buenos días Amparo. Tú llevas muchos años impartiendo asignaturas de ciencias, ¿verdad?

-Así es.

-Y ¿te gusta enseñar ciencias?

-Pues sí y no. Depende.

-¿Y eso?

-A mí me apasiona la ciencia, pero he de reconocer que es una asignatura bastante rechazada por los alumnos. La consideran útil pero no les gusta.

-¿Y por qué crees que pasa eso?

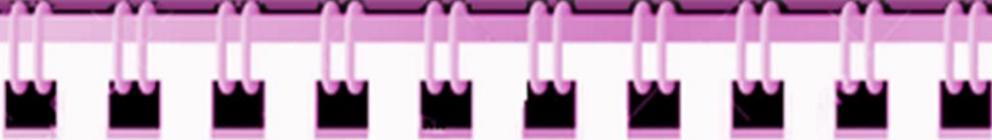
-No lo sé. Tal vez no llegan con una buena base de conocimientos y por eso se les hacen difíciles y las acaban detestando.

-¿Crees entonces que el problema fundamental está en la base de su aprendizaje?

-Bueno, si no llegan con un buen nivel de matemáticas, por ejemplo, luego pueden encontrarse con dificultades. Pero no es solo eso. Creo que necesitan también tener un buen nivel de motivación.

-¿Y crees que esa función debe desarrollarla el profesor?

-Bueno, a menudo se considera que el profesor tiene la culpa de todo cuanto le sucede al alumno y eso no es así. Facilitamos medios variados para su aprendizaje, pero a veces tengo la sensación de que solo me falta bailarles una jota para que me presten atención. Creo que el profesor ha de poner de su parte



para motivar a los alumnos, pero ellos también tienen una parte de la responsabilidad de su aprendizaje.

-¿Sueles utilizar la ciencia recreativa en tus clases?

-No tanto como me gustaría, lo reconozco. Suelo hacer actividades en algunos temas y les recomiendo algunos videos interesantes, pero a veces me gustaría hacer más.

-¿Y qué te frena para hacerlo?

-Bueno, podría decirte que los medios, el tiempo, porque las programaciones se nos echan encima, la cantidad de alumnos... pero creo que hay una parte mía que también tiene que ver. Creo que estoy un poco fuera de lugar. Creo que necesitaría aprender cosas nuevas para compartir con mis alumnos, reciclarme en esos temas, pero lo cierto es que a estas alturas de mi vida, me encuentro cansada de aprender e incluso puede que hasta un poco de enseñar.

-Muchas gracias por tu franqueza.

5. Diseños experimentales para contrastar la segunda hipótesis

Para contrastar la segunda hipótesis nos hemos planteado los siguientes objetivos de investigación:

-Diseñar una propuesta didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de la luz y el sonido en Ciencias de la Naturaleza de 2º de la ESO que utilice la ciencia recreativa como una herramienta que permita mejorar la actitud del alumnado hacia las ciencias a la vez que favorezca el aprendizaje de la materia.

-Evaluar en qué medida esta propuesta didáctica es efectiva tanto para mejorar las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias, como para superar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes.

-Evaluar la actitud del profesorado en formación al que se le ha presentado distintas actividades de ciencia recreativa, sobre su utilidad e importancia para aplicarla en las clases de ciencias.

5.1 Diseño de los cuestionarios de los alumnos

A fin de poner a prueba la utilidad de la ciencia recreativa como una herramienta que sirve tanto para mejorar las actitudes de los estudiantes como para fomentar un aprendizaje significativo, se han empleado dos cuestionarios distintos, uno orientado a estudiar las actitudes y otro el aprendizaje.

5.1.1 Cuestionario de actitudes hacia las ciencias

El cuestionario sobre actitudes que se ha utilizado, ha sido el mismo que ya se empleó para verificar la primera hipótesis y que nos permitía analizar de un modo detallado las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias. Es por ello, que se ha optado por utilizar este cuestionario realizando un pase previo a la intervención y otro posterior a fin de poder estudiar el cambio actitudinal producido teniendo en cuenta la situación actitudinal inicial del alumnado.

Nombre:	Curso: 2º ESO	Grupo:	Edad:	Sexo:	Centro:
---------	---------------	--------	-------	-------	---------

1.- Valora (de 0 a 10 utilizando decimales si lo consideras necesario) si la enseñanza recibida hasta ahora ha despertado tu interés por la ciencia y la tecnología.... [0= valoración muy negativa... 10= máxima valoración positiva]

2.- Valora de 0 a 10, utilizando decimales si lo consideras necesario, las siguientes razones que te motivan en tu estudio: [0= muy poca motivación... 10= máxima motivación]

Encontrar trabajo		Formarme como ciudadano		Saber más	
Deseo de los padres		Valoración social del título		Saber hacer cosas	

3.- Sugiere actividades que, a tu parecer, hacen o harían más interesantes las asignaturas científicas y tecnológicas:

4.- Valora (de 1 a 4 utilizando decimales si lo consideras necesario) tu forma de ver las siguientes asignaturas, independientemente del profesorado que la imparta:

Asignaturas	Sin interés 1 Muy interesante 4	Inútil 1 Muy útil 4	Muy aburrida 1 Muy divertida 4	Muy difícil 1 Muy fácil 4	Muy teórica 1 Muy práctica 4
Inglés					
Ciencias de la naturaleza					
Matemáticas					
Lengua castellana					
Valenciano					

Educación física					
Ciencias sociales					
Música					
Educación para la ciudadanía					

5.- Valora (de 0 a 10 utilizando decimales si lo consideras necesario) tu interés por las siguientes prácticas metodológicas utilizadas en las asignaturas científicas y tecnológicas: [0= valoración muy negativa ... 10= valoración muy positiva]

Prácticas de laboratorio		Trabajos de taller		Explicaciones teóricas	
Visitas a fábricas, museos...		Uso de juegos y juguetes		Problemas numéricos	
Videos educativos		Comentario de noticias		Tertulias / debates	
Experiencias demostrativas		Trabajos de investigación		Elaboración de murales	
Uso de ordenadores				Role-playing (simulación de situaciones)	

Tabla 5.1. Cuestionario de actitudes hacia las ciencias.

5.1.2 Cuestionario de aprendizaje

Con la finalidad de estudiar como utilizando la ciencia recreativa de un modo adecuado, se puede favorecer el aprendizaje significativo de la materia, se ha diseñado un cuestionario centrado en el tema de luz y sonido puesto que es en el que se ha realizado la intervención.

En la elaboración del cuestionario se ha tenido en cuenta las técnicas usuales de investigación educativa. De este modo, se ha comenzado elaborando un primer borrador en el que se han considerado las aportaciones de la investigación en educación científica sobre las dificultades que pueden obstaculizar el logro de los objetivos propuestos.

En la elaboración de los distintos ítems para el cuestionario, se han examinado también investigaciones previas sobre la luz y el sonido, de las que se han extraído algunos de los ítems propuestos en su investigación. Así pues, la cuestión 2 se encuentra recogida en el artículo de Caleon y Subramaniam (2010); la cuestión 4 se encuentra recogida en la investigación de López (2009); una adaptación de la cuestión 8, proviene del artículo de La Rosa et al. (1984) y por último la cuestión 6, se ha extraído del artículo de Osuna et al. (2007). El hecho de que los distintos ítems ya hayan sido utilizados contribuye a su validación. No obstante, dichos artículos, en general, se centran en aspectos relacionados solo con la luz o el sonido, dejando sin tratar algunos de los objetivos que hemos considerado importantes para 2º de la ESO, por lo que para abordar todos ellos, fue necesario desarrollar algunas nuevas cuestiones.

Finalmente, el cuestionario constó de 12 ítems que quedan recogidos en la siguiente tabla:

Ítem	Cuestión
1	Justifica adecuadamente si en una onda se propaga materia.
2	Explica en cuál de los siguientes medios, el sonido se propagaría más rápido, y en cual peor: hierro, aire, vacío. Justifica tu respuesta.
3	Si en un concierto están sonando dos violines, pero uno lo hace con una frecuencia mayor, explica qué característica del sonido comparten y en cual se diferencian.
4	Di qué fenómeno se produce actualmente por el que en nuestra vejez perderemos más capacidad auditiva que nuestros abuelos y explica en qué consiste.
5	Cita un objeto cuyo funcionamiento se base en las ondas mecánicas, y otro, en las electromagnéticas.

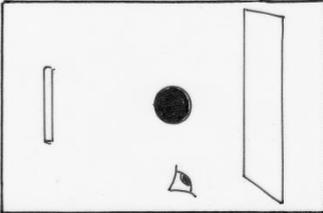
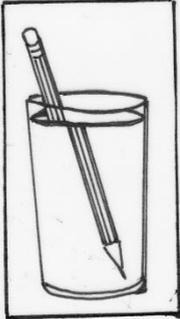
6	<p>Un tubo fluorescente está encendido y es la única fuente de iluminación de la habitación. Situamos delante de él una pelota. Dibuja las zonas de sombra y de penumbra y justifícalas acompañando un esquema de rayos de luz.</p>	
7	<p>Si colocamos una lámpara frente a una pantalla, ¿se vería su imagen en esta? Justifica tu respuesta.</p>	
8	<p>Si iluminamos el espejo de la figura con un único rayo de luz como el que aparece dibujado, justifica si el observador verá el rayo de luz. Dibuja el recorrido que realiza el rayo.</p>	
9	<p>Si tuvieras que cocinar utilizando un espejo, explica qué tipo de espejo utilizarías y cómo funcionaría.</p>	
10	<p>Al observar un lápiz introducido en un vaso de agua se observa la imagen de este partida. Di como se llama este fenómeno y explícalo.</p>	
11	<p>¿Qué lente debería llevar una persona miope para ver bien? Justifica tu respuesta.</p>	
12	<p>Si estamos iluminando con luz blanca una pelota, y la vemos de color verde, ¿Qué colores estaría absorbiendo y reflejando? Justifica tu respuesta.</p>	

Tabla 5.2. Ítems del cuestionario de aprendizaje.

5.1.2.1 Prueba de fiabilidad. Alfa de Cronbach.

En el cuestionario utilizado aunque cada ítem aporta información diferente, es posible agrupar el conjunto de los mismos, como una forma de determinar el conocimiento de los estudiantes del tema de luz y sonido. Realizar una agrupación de este tipo, requiere comprobar que existe una relación entre los distintos ítems y por tanto, realizar la prueba de Alfa de Cronbach.

Esta prueba que se realizó en un grupo piloto, en un principio solo puede realizarse cuando todos los ítems del cuestionario tienen el mismo número de categorías. En el cuestionario que nos ocupa los ítems tienen categorías diferentes según si se considera respuesta correcta (2) o incorrecta (0) o parcialmente correcta (1). No obstante y aunque las categorías sean distintas, como podemos observar en la tabla siguiente, estas son compatibles.

Dos categorías 0, 2	Tres categorías 0, 1, 2
Ítem 1, 7	Ítem 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12

Tabla 5.3. Número de categorías en cada ítem del cuestionario.

Se obtienen las siguientes tablas utilizando el programa SPSS:

Resumen de procesamiento de casos			
		N	%
Casos	Válido	25	100,0
	Excluido ^a	0	0,0
	Total	25	100,0
a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.			

Tabla 5.4. Resumen del procesamiento de los casos en el cálculo del Alfa de Cronbach.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,703	12

Tabla 5.5. Valor del Alfa de Cronbach para el cuestionario.

El valor del Alfa de Cronbach es 0,703, y por tanto mayor que el valor de 0,7 que suele tomarse por norma, por lo que indica que hay una buena consistencia interna en el cuestionario.

5.1.2.2 Criterios de valoración de los ítems del cuestionario

Las respuestas a cada una de las cuestiones planteadas han sido categorizadas en correctas (2), parcialmente correctas (1) e incorrectas (0).

En las cuestiones 1 y 7 dada su naturaleza no se ha optado por distinguir una categoría de parcialmente correcta, sino que tan solo se ha distinguido entre aquellas que eran correctas e incorrectas. A continuación, quedan recogidos los criterios utilizados para valorar los distintos ítems del cuestionario.

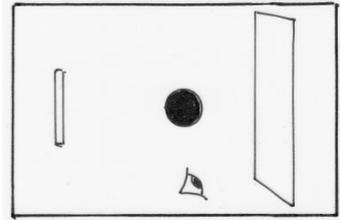
- **Ítem 1:** Justifica adecuadamente si en una onda se propaga materia.
 - **0:** Consideran que en una onda se propaga materia o bien dan alguna otra explicación incorrecta.
 - **2:** Explican adecuadamente que en las ondas no hay una propagación de materia, sino de energía.

- **Ítem 2:** Explica en cuál de los siguientes medios, el sonido se propagaría más rápido, y en cual peor: hierro, aire, vacío. Justifica tu respuesta.
 - **0:** No justifican la elección del peor y mejor medio en cuanto a la propagación o bien la explicación que dan es incorrecta.
 - **1:** Solo explica correctamente cual es el mejor o el peor medio, pero no ambos. También se consideran los casos en los que se aciertan ambos medios, pero no se presenta una justificación.

- **2:** Justifican adecuadamente que el vacío se trata del peor medio y que el hierro sería el mejor.
- **Ítem 3:** Si en un concierto están sonando dos violines, pero uno lo hace con una frecuencia mayor, explica qué característica del sonido comparten y en cual se diferencian.
- **0:** No cita ninguna característica del sonido o bien no justifica adecuadamente si es la que comparten o se diferencian.
 - **1:** Solo explican correctamente la característica del sonido que comparten (timbre) o la que se diferencian (tono), dando una justificación adecuada para esta.
 - **2:** Justifican adecuadamente la característica del sonido que comparten (timbre) y en la que se diferencian (tono).
- **Ítem 4:** Di qué fenómeno se produce actualmente por el que se dice que en nuestra vejez perderemos más capacidad auditiva que nuestros abuelos y explica en qué consiste.
- **0:** No dan ninguna explicación o bien esta es incorrecta.
 - **1:** Citan como causante de este problema a la contaminación acústica, sin explicarlo, o bien explican lo que es, pero no citan el término de contaminación acústica.
 - **2:** Citan el término de contaminación acústica y dan una explicación de en qué consiste esta problemática.
- **Ítem 5:** Cita un objeto cuyo funcionamiento se base en las ondas mecánicas, y otro, en las electromagnéticas
- **0:** No citan ningún objeto cuyo funcionamiento se base en las ondas mecánicas o electromagnéticas, o bien confunden ambos tipos de ondas.

- **1:** Citan algún objeto que utiliza ondas mecánicas o electromagnéticas, pero solo abordan correctamente un tipo de ondas.
- **2:** Citan tanto un objeto cuyo funcionamiento se basa en el empleo de las ondas mecánicas, como otro que utiliza las electromagnéticas.

➤ **Ítem 6:** Un tubo fluorescente está encendido y es la única fuente de iluminación de la habitación. Situamos delante de él una pelota. Dibuja las zonas de sombra y de penumbra y justifícalas acompañando un esquema de rayos de luz.

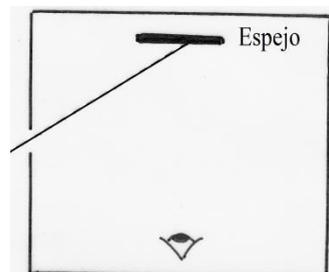


- **0:** No diferencian entre una zona de sombra y otra de penumbra y no hay trazado de rayos o este es incorrecto.
- **1:** Distinguen una zona de sombra y otra de penumbra pero el trazado de rayos para justificar ambas no es adecuado, o bien distinguen solo una zona de sombra con un trazado de rayos adecuado aunque no tienen en cuenta la zona de penumbra.
- **2:** Distinguen adecuadamente una zona de sombra y otra de penumbra y las acompañan de un diagrama de rayos adecuado.

➤ **Ítem 7:** Si colocamos una lámpara frente a una pantalla, ¿se vería su imagen en esta? Justifica tu respuesta.

- **0:** No dan ninguna justificación o bien esta es incorrecta.
- **2:** Justifican adecuadamente que no se vería una imagen puesto que a cada punto de la pantalla llegaría al mismo tiempo luz proveniente de distintos puntos de lámpara.

➤ **Ítem 8:** Si iluminamos el espejo de la figura con un único rayo de luz como el que aparece dibujado, justifica si el observador



verá el rayo de luz. Dibuja el recorrido que realiza el rayo.

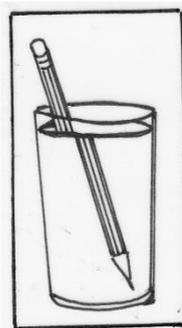
- **0:** No dibujan el recorrido del rayo de luz o este es incorrecto y no dan una justificación adecuada que indique por qué el observador no verá el rayo de luz.
- **1:** Dibujan adecuadamente el recorrido del rayo de luz, pero no dan una explicación de si podrá verlo el observador o esta es incorrecta. También se contempla el caso de que haya una justificación adecuada de por qué el observador no podrá ver el rayo de luz, pero no se dibuja la trayectoria del rayo de luz o esta es incorrecta.
- **2:** Se realiza un trazado del rayo de luz adecuado acompañado de una justificación correcta de que el observador no verá el rayo de luz debido al papel pasivo del ojo en el proceso de la visión y a la necesidad por tanto, de que llegue la luz a este para poder ver.

➤ **Ítem 9:** Si tuvieras que cocinar utilizando un espejo, explica qué tipo de espejo utilizarías y cómo funcionaría.

- **0:** No citan ningún tipo de espejo o citan uno incorrecto con una explicación inadecuada.
- **1:** Aciertan que el espejo adecuado sería uno cóncavo, pero no dan una justificación adecuada, o bien, la justificación es correcta, pero no dicen qué tipo de espejo se utilizaría.
- **2:** Explican correctamente que el espejo adecuado sería uno cóncavo dada su capacidad para concentrar los rayos de luz en el foco.

➤ **Ítem 10:** Al observar un lápiz introducido en un vaso de agua se observa la imagen de este partida. Di como se llama este fenómeno y explícalo.

- **0:** No citan que este fenómeno es debido a la refracción ni lo explican adecuadamente.



- **1:** Explican adecuadamente el fenómeno de la refracción pero no citan el término de refracción o bien lo citan, pero no lo acompañan de una justificación adecuada.
- **2:** Citan que este fenómeno se debe a la refracción y dan una explicación adecuada del mismo.

➤ **Ítem 11:** ¿Qué lente debería llevar una persona miope para ver bien? Justifica tu respuesta.

- **0:** No explican en qué consiste la miopía y o bien no citan ningún tipo de lente o la justificación que dan para la propuesta no es adecuada.
- **1:** Justifican adecuadamente en qué consiste el defecto visual de la miopía, pero no atribuyen adecuadamente el tipo de lente que podría corregirla, o bien, sugieren una lente divergente pero no llegan a dar una justificación adecuada.
- **2:** Comentan en qué consiste la miopía y proponen una lente divergente con una justificación adecuada para corregir el defecto visual.

➤ **Ítem 12:** Si estamos iluminando con luz blanca una pelota, y la vemos de color verde, ¿Qué colores estaría absorbiendo y reflejando? Justifica tu respuesta.

- **0:** No justifica adecuadamente qué colores estaría absorbiendo y reflejando.
- **1:** Da una justificación adecuada para la luz que está reflejando o absorbiendo, pero solo para una ellas.
- **2:** Justifica de forma adecuada que la pelota refleja la luz verde y absorbe los otros colores, o longitudes de onda, que le llegan.

5.2 Diseño del cuestionario de los profesores en formación

La asistencia de los profesores a cursos de formación les permite acercarse a nuevas herramientas didácticas que podrán emplear posteriormente durante sus clases. Es por ello, que se ha aprovechado el máster de formación del profesorado, como una forma de introducir a los docentes distintas actividades de ciencia recreativa a fin de mostrar tanto su aplicación con fines motivacionales como orientada al aprendizaje de la materia.

Resulta por tanto, ahora conveniente analizar las actitudes que se han forjado en este profesorado que ya conoce la ciencia recreativa y la ha visto aplicada en las clases. Para ello, comprobaremos en primer lugar si son conscientes de las actitudes que tienen los estudiantes hacia las ciencias y en segundo lugar, qué aspectos consideran positivos de la ciencia recreativa.

El cuestionario empleado se ha extraído de la investigación previa de Lozano (2012) que se diseñó para abordar las opiniones de profesores que habían asistido a un curso de formación y que por tanto, podrá ser aplicable a nuestra investigación.

Género: Hombre/ Mujer		Estudios:			
1.- ¿Cómo crees que el alumnado valora las siguientes asignaturas? (responde lo creas que contestaría un alumno valorando de 1 a 4 cada una de ellas, puedes asignar una puntuación decimal).					
Asignaturas	Sin Interés 1 Muy interesante 4	Inútil 1 Muy útil 4	Muy aburrida 1 Muy divertida 4	Muy difícil 1 Muy fácil 4	Muy teórica 1 Muy práctica 4
Ciencias Naturales 1º y 2º ESO					
Biología y Geología					
Física y Química					
Tecnología					

Matemáticas					
-------------	--	--	--	--	--

2.- Sugiere actividades que, en tu opinión, hicieran más interesantes las clases de ciencias:

3.- Valora (de 0 a 10 pudiendo utilizar decimales) el interés que crees que tienen las siguientes metodologías en tu práctica docente: [0= valoración muy negativa...10= valoración muy positiva]

Prácticas de laboratorio		Trabajos de taller		Explicaciones teóricas	
Visitas a fábricas, museos...		Uso de juegos y juguetes		Problemas numéricos	
Videos educativos		Comentario de noticias		Tertulias / debates	
Experiencias demostrativas		Trabajos de investigación		Elaboración de murales	
Uso de ordenadores				Role-playing (simulación de situaciones)	

4.- ¿Consideras que se debe incluir actividades de ciencia recreativa “juegos, juguetes y pequeñas experiencias” como parte de la práctica metodológica habitual? ¿Por qué?

5.-				
El uso de elementos recreativos”:	Muy de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
-Mejora la motivación del alumnado.				
-Hace aumentar el interés del alumnado por la asignatura.				
-Favorece el aprendizaje de conceptos teóricos.				

Tabla 5.6. Cuestionario de profesores en formación.

Como vemos el cuestionario anterior consta de 5 cuestiones diferentes. La primera de ellas, pide valorar las diferentes asignaturas de ciencias pero pidiendo al profesorado que se ponga en el lugar de los estudiantes a fin de ver si son conscientes de la realidad de las ciencias y de la problemática de las actitudes negativas que se desarrollan hacia las ciencias.

Por otro lado, en la segunda cuestión se pide al profesorado comentar aquellas actividades que consideran útiles para hacer más interesantes las clases, lo que nos permitirá examinar que herramientas didácticas prefiere el profesorado.

Además, esta cuestión vendrá completada con la tercera, en la que sugerimos al profesorado distintas prácticas para ver cuales consideran que son más efectivas en sus clases de ciencias.

Por último, en las dos últimas cuestiones, la 4 y 5, se aborda ya de un modo directo la ciencia recreativa para ver cuál es la opinión del profesorado atendiendo a distintos aspectos como interés, motivación y aprendizaje.

5.3 Diseño de una propuesta didáctica para la enseñanza de la luz y el sonido

La secuenciación que se realiza de este tema en el currículum de secundaria (BOE, 2007/01/05) es bastante inadecuada pues deja sin tratar varios aspectos fundamentales. No obstante, aún resulta peor la nueva ley de educación en la que este tema queda prácticamente eliminado de la ESO (BOE, 2015/01/03).

Considerando la propuesta de la LOE, el tema comienza desarrollando la idea de la luz y la visión, para continuar con la propagación de esta, permitiendo aplicar así los conocimientos adquiridos a la formación de sombras y eclipses. Posteriormente, se continúa con la reflexión y la refracción y se termina este apartado con la descomposición de la luz.

Tras esto, se empieza ya a tratar el fenómeno del sonido con la audición y la propagación y reflexión de este, terminando luego el tema, tanto con la contaminación acústica como lumínica.

Como vemos, el currículum deja sin tratar algunos aspectos clave de este tema. Para empezar, las cualidades del sonido como el tono y timbre, no son propuestas como una parte necesaria a su estudio. No obstante, y dada su importancia, la mayoría de editoriales amplían el temario para abordar estos conceptos aunque no aparezcan en la legislación.

Aún más importante, es que el currículum no ponga de manifiesto que se debe abordar el carácter ondulatorio que comparten tanto la luz como el sonido, puesto que ambos fenómenos poseen esta característica, aunque en el primer caso se trate de ondas electromagnéticas y en el segundo de mecánicas. Sin embargo, es por esta relación que ambos fenómenos se estudian en la misma unidad didáctica.

Resulta por ello, destacable comentar que existen distintas propuestas didácticas (Andersson y Bach, 2004; Osuna et al., 2012) en las que no se muestra la relación entre la luz y el sonido porque tratan la óptica puramente desde un punto de vista geométrico. Es bien cierto, que un tratamiento de este tipo permite explicar adecuadamente distintos fenómenos ópticos como la reflexión y la refracción, pero también cae en la imposibilidad de justificar satisfactoriamente aspectos básicos como es la visión del color. Realizar un tratamiento ondulatorio puede implicar una mayor dificultad si lo que se busca es realizar una descripción matemática detallada, pero a un nivel cualitativo, sí que es posible presentar los aspectos esenciales de una forma sencilla y mostrar así un modelo científico con una validez mucho mayor.

El nivel de complejidad propuesto para este tema también depende de la editorial o la propuesta didáctica considerada, fundamentalmente en relación al

apartado de la óptica, puesto que en algunos casos se aborda esta desde un punto de vista fundamentalmente cualitativo, mientras que en otros casos, se introduce la formación de imágenes mediante diagramas de rayos y se espera que ya en etapa inicial los estudiantes sean capaces de hacer estas representaciones.

En nuestra propuesta didáctica, la cual denominaremos *Un Mundo Ondulatorio*, si bien consideramos adecuado familiarizar a los estudiantes con las características de los distintos sistemas ópticos, nos parece excesivo que ya en esta etapa inicial, se pretenda que adquieran un conocimiento profundo sobre la representación de diagramas de rayos. Por este motivo, se buscará que los estudiantes experimenten con los distintos sistemas ópticos para ver qué imágenes se obtienen, pero será el profesor quien realice los diagramas de rayos, ya sea como una predicción que pueden comprobar los estudiantes o bien como una forma de justificar los resultados obtenidos. Tan solo, se planteará que sean los estudiantes quienes realicen el trazado de rayos en los casos más básicos como en la formación de sombras y eclipses.

Se ha pretendido que el título de este tema resulte atrayente al alumnado a la vez que curioso, pues *Un Mundo Ondulatorio* manifiesta la importancia de las ondas en el mundo en el que vivimos y al mismo tiempo nos muestra la interacción que se produce de forma constante entre la ciencia y la sociedad que nos envuelve. Un título sugerente que busca que el alumnado se pregunte sobre su significado comenzando así el mismo con el proceso de investigación en este tema.

Tras haber debatido acerca del porqué de este título, se comenzará el desarrollo del tema con la introducción de las ondas mecánicas y del sonido, lo que nos permitirá sentar las bases de lo que son las ondas, a la vez que empezamos por las que en general se abordan de forma más sencilla. Posteriormente, y tras haber estudiado la propagación y características del sonido, pasaremos ya a las ondas electromagnéticas. Así, continuaremos su estudio abordando los distintos aspectos fundamentales de la óptica como son la visión, propagación, reflexión y refracción de la luz, formación de imágenes y la interacción de la luz con la materia.

El planteamiento de la unidad didáctica se desarrollará fundamentalmente de un modo práctico y experimental, utilizando la ciencia recreativa, lo que permitirá que sean los propios estudiantes quienes mediante distintos juegos y experiencias lúdicas estudien y deduzcan las distintas propiedades y leyes de la acústica y la óptica que se abordarán a lo largo de la secuencia didáctica.

Un punto fundamental también será el de ir relacionando mediante estas actividades la ciencia con la propia realidad de los estudiantes, es decir, se buscará que muchas de estas actividades tengan una estrecha relación con la tecnología, la sociedad y el ambiente (actividades CTSA) para que así los alumnos comprueben la aplicación y la repercusión tan crucial que tiene el conocimiento de la luz y el sonido en nuestra sociedad. Además, también se tratará la importancia de desarrollar hábitos saludables al abordar situaciones problemáticas como la contaminación acústica.

A continuación mostramos en la tabla siguiente la relación de las actividades de la unidad didáctica, al igual que los ítem del cuestionario de aprendizaje que ya preparamos previamente, con los diferentes objetivos a conseguir y dificultades a las que hacer frente.

Objetivos	Dificultades	Ítems del cuestionario	Actividades relacionadas
1) Conocer las características que definen una onda.	1. Creen que en una onda se transporta materia. 2. Confunden o interpretan incorrectamente las diferentes magnitudes ondulatorias.	1	1,2
2) Comprender el distinto comportamiento de las ondas mecánicas y electromagnéticas respecto a la necesidad del medio en su propagación.	1. Desconocen que las ondas mecánicas y electromagnéticas tienen un comportamiento distinto respecto a la necesidad del medio para su propagación.	2	3,4,5,6

	<p>2. Creen que una mayor densidad del medio dificulta la propagación de una onda mecánica.</p> <p>3. Creen en la existencia de direcciones privilegiadas para la propagación.</p>		
3) Conocer cuáles son las propiedades características del sonido.	1. Desconocen el significado científico de las propiedades características del sonido.	3	7
4) Valorar la problemática de la contaminación acústica y lumínica.	<p>1. Los estudiantes presentan un escaso interés hacia estos problemas.</p> <p>2.- Tienen hábitos poco saludables.</p>	4	8,21
5) Comprender las aplicaciones que tienen las ondas mecánicas y electromagnéticas en la sociedad.	1. Desconocen la relación entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, por lo que no consideran de importancia los aspectos científicos estudiados.	5	3,9
6) Comprender la formación de sombras y eclipses a partir de la propagación rectilínea de la luz.	<p>1. No consideran que la luz se propague siempre de forma rectilínea.</p> <p>2. Creen que las sombras pertenecen al objeto o son una imagen de este.</p>	6	10, 11

	<p>3. Creen que es la luz y no la ausencia de esta la que interviene en la formación de las sombras.</p> <p>4. No consideran la existencia de sombras parciales.</p>		
7) Comprender el proceso de formación de imágenes	<p>1. Creen que la imagen se traslada “ya hecha” desde el objeto o que los rayos son portadores de cada uno de los puntos de la imagen.</p> <p>2. Desconocen que la condición para que se forme la imagen es que a cada punto de la pantalla solo debe llegar luz proveniente de un punto del objeto.</p>	7	12,13,16,17,19
8) Conocer el fenómeno de la reflexión y saber aplicarlo a diferentes tipos de espejos.	<p>1. Desconocen la diferencia entre reflexión dirigida y difusa.</p> <p>2. Desconocen el camino que toman los rayos de luz al interactuar con un espejo.</p> <p>3. Creen que la imagen se forma en la cara del espejo y solo para aquellos objetos colocados frente a este y no, en los lados.</p>	8, 9	13,14,15,16,17

9) Entender cómo se produce la visión	1. Piensan que el ojo juega un papel activo en la visión por lo que presentan dificultades para entender su papel como receptor.	8,11	10,20
10) Conocer el fenómeno de la refracción y saber aplicarlo a las lentes.	1. Piensan que la desviación de la luz en su propagación puede implicar que no se propaga de forma rectilínea. 2. Desconocen como intervienen las lentes en la formación de imágenes. 3. Piensan que no es necesario que se conserve la cantidad total de luz al pasar a través de una lente de modo que esta puede aumentar o disminuir.	10,11	18,19
11) Conocer la relación entre el color de los objetos y la luz que los ilumina.	1. Creen que el color de los cuerpos es una cualidad interna y no depende de la luz que los ilumine.	12	22,23,24
12) Mostrar la realidad científica desde el punto de vista de la investigación y experimentación.	1. Los estudiantes están acostumbrados a clases magistrales en las que no necesitan intervenir activamente ni realizar experiencias sobre los aspectos estudiados.		Para trabajar a lo largo a lo largo de toda la UD.

Tabla 5.7. Relación de los objetivos y dificultades con los ítems del cuestionario y las actividades.

5.3.1 Propuesta didáctica: Un Mundo Ondulatorio

El programa diseñado consta de una secuencia de actividades de ciencia recreativa basadas en la propuesta de experimentos de física cotidiana de Lozano y Solbes (2014). La adaptación de estas experiencias para 2º de la ESO, junto al diseño e incorporación de otras nuevas, nos han permitido diseñar la unidad didáctica llamada *Un Mundo Ondulatorio* que tiene en cuenta los objetivos y dificultades que pueden presentar los estudiantes.

A continuación se incluyen las distintas actividades de ciencia recreativa, junto al material necesario y una serie de cuestiones a responder durante su desarrollo. Además, se incluye para el profesorado un apartado de comentarios a tener en cuenta para una buena realización de las actividades junto a otro apartado sobre modificaciones o extensiones de las actividades propuestas que también podrían emplearse.

Un Mundo Ondulatorio

Desarrollaremos la unidad de acuerdo al siguiente hilo conductor:

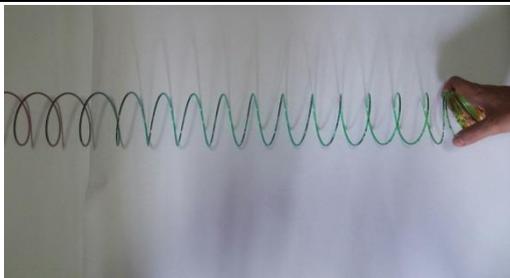
- 1 Las ondas. Propagación y características
- 2 Naturaleza y propagación del sonido
- 3 Propiedades características del sonido
- 4 Contaminación acústica
- 5 Naturaleza de la luz y visión de los objetos
- 6 Formación de eclipses, sombras y penumbras
- 7 Formación de imágenes
- 8 Reflexión de la luz
- 9 Refracción de la luz
- 10 El ojo y sus defectos visuales
- 11 Contaminación lumínica
- 12 La luz y el color

1 Las ondas. Propagación y características

Los muelles ondulantes

Actividad 1

¿Cómo podríamos utilizar muelles para visualizar los distintos tipos de ondas?



Material

Un Muelle gigante de plástico o metal (slinky).

Cinta métrica

Cronómetro.

Desarrollo

Para realizar la experiencia, dos personas toman los extremos del muelle y se sitúan a cierta distancia, manteniéndolo estirado en el suelo. A continuación, una persona sujetará su extremo del muelle mientras la otra generará pulsos con el movimiento de la mano que sujeta el muelle.

De este modo, podrá mover la mano hacia delante y hacia atrás, en la misma línea del muelle, generando ondas. También podrá mover la mano en dirección perpendicular al muelle generando ondas de diferente tipo.

1.- ¿Cómo podríamos definir que es una onda? ¿A qué tipos de ondas corresponden estos movimientos?

2.- ¿Qué se está propagando en las ondas?

A partir de ahora nos centraremos en los pulsos perpendiculares al muelle.

Observa cómo se transmite el pulso dejando el muelle poco tenso. Luego ve tensándolo recogiendo vueltas, pero sin cambiar su longitud total y repite los pulsos.

3.- ¿Qué cambios observas al tensar el muelle? ¿A qué se deben estas diferencias?

4.- Al realizar un pulso, ¿Qué sucede con la onda al llegar al extremo?

5.-Produce ahora pulsos perpendiculares de forma continua intentando que las ondas producidas sean semejantes. ¿Qué parámetros fundamentales de las ondas podemos observar? ¿Cómo los podemos medir?

Profesor

Objetivos

Estudiar los distintos tipos de movimientos ondulatorios y observar las propiedades fundamentales de las ondas.

Comentarios

Una onda la podemos definir como una perturbación que se propaga por el espacio. Es importante destacar aquí que en una onda lo que se propaga es energía y no materia como algunos estudiantes pueden pensar.

Utilizando los muelles es posible visualizar muchos de los conceptos asociados a las ondas. En primer lugar, se ve la diferencia entre ondas longitudinales y transversales. Obtenemos ondas longitudinales cuando se realiza un pulso en la dirección del muelle, y ondas transversales, cuando el pulso es perpendicular.

Por otro lado, al tensar el muelle, alteramos la velocidad de propagación de la onda. Si consideramos que la perturbación ha de transmitirse de una partícula a otra a lo largo de las vueltas del muelle, cuando este queda estirado, la perturbación ha de recorrer una menor distancia en vueltas por lo que la velocidad de propagación de la onda es mayor.

Otro aspecto que observamos con el muelle es la reflexión de la onda, como podemos observar al realizar un pulso y ver que vuelve la onda tras llegar al final del muelle.

Realizar pulsos sucesivos nos puede ayudar a observar las distintas características de las ondas, como amplitud, longitud de onda, periodo y frecuencia. Mediante una cinta métrica es posible medir la amplitud de la onda generada. Y de igual modo, podemos obtener la longitud de onda midiendo la distancia entre dos crestas. Para obtener el periodo, utilizaremos el cronómetro, teniendo en cuenta que es el tiempo que tarda en realizar una oscilación completa. Ya que este seguramente sea un intervalo de tiempo muy corto, podemos medir el tiempo de 10 oscilaciones y dividir el resultado obtenido entre 10. Por último, podremos obtener la frecuencia teniendo en cuenta que es la inversa del periodo.

Variaciones y extensiones

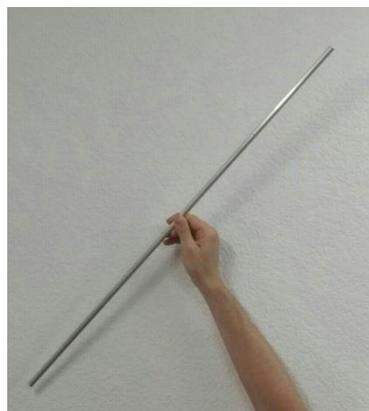
Una variante de esta experiencia consiste en estudiar la propagación de las ondas producidas cuando se produce un cambio de medio. Para ello, lo que se hace es unir con cinta métrica un muelle de metal a uno de plástico.

De este modo, se pueden estudiar peculiaridades propias de las ondas al cambiar de medio (cambios en la velocidad de propagación, ondas reflejadas y transmitidas o las diferencias en las longitudes de onda en los dos medios al generar ondas estacionarias).

También, aunque escapa al nivel de este curso, se pueden estudiar la superposición de pulso, teniendo en cuenta las interferencias constructivas y destructivas. Para ello, desde cada extremo del muelle, se realizaría un pulso en el mismo sentido o en sentido opuesto.

De igual modo, se pueden estudiar las ondas estacionarias que se producen manteniendo un extremo fijo y observar los distintos modos de vibración que pueden producirse al ir variando la frecuencia con la que se emiten los pulsos.

Por otro lado, una alternativa para el estudio de los distintos tipos de ondas es la de utilizar una varilla sonora de metal (singing rod). Mediante una varilla alargada de este tipo se puede conseguir producir una onda transversal al golpearla en el centro. De igual modo, se puede producir también una onda longitudinal que emite un sonido intenso frotando la varilla. En el siguiente enlace se pueden ver en acción los efectos de la varilla sonora:



http://www.youtube.com/watch?v=_bfT4kUFbIQ

2 Naturaleza y propagación del sonido

El sonido que se ve

Actividad 2

¿Qué sucede si acercamos un diapasón a la membrana de un tambor sobre la que se ha depositado sal? Explícalo.



Material

Un diapasón

Un vaso o bote de cristal

Una goma elástica

Papel de plástico transparente para envolver alimentos

Sal

Tizas de colores

Desarrollo

En primer lugar construiremos una especie de tambor colocando papel de plástico sobre la abertura del vaso de cristal. Para que se pueda apreciar mejor la experiencia colorearemos la sal utilizando las tizas de colores.

Ahora colocaremos algunos de granos de sal sobre el tambor casero que hemos fabricado. Golpearemos el diapasón con un objeto rígido, teniendo la precaución de cogerlo firmemente por la parte inferior para no interrumpir la vibración de las barras en forma de U. Tras esto lo acercaremos al tambor con la sal sin llegar a tocarlo.

1- ¿Por qué crees que se produce ese efecto sobre la sal?

Volvemos a repetir la experiencia, pero acercando el diapasón cada vez más hasta llegar a tocar el plástico sobre el que está la sal.

2.- ¿En este caso la sal se mueve igual que antes? ¿Por qué?

3.- ¿El diapason sigue sonando el mismo tiempo? ¿Por qué?

4- ¿Qué podemos decir que es el sonido?

Profesor

Objetivos

Observar que el sonido es una onda y como tal propaga energía.

Comentarios

El sonido implica la propagación de ondas longitudinales generadas por las vibraciones de un objeto. Estas ondas son transmitidas por medios materiales y son audibles por el ser humano cuando la presión provocada por la onda alcanza nuestro oído activando todo un mecanismo sensorial específico.

En la experiencia propuesta, al hacer sonar el diapason, producimos una perturbación, es decir, el diapason vibra y transmite esta vibración al aire que le rodea. Esta vibración, es decir, el movimiento hacia delante y hacia atrás de las partículas, constituye la onda sonora que es transmitida por el aire hasta alcanzar el tambor con la sal, al igual que nuestros oídos. Al alcanzar esta membrana, hace que esta también vibre, produciendo un movimiento en la sal.

De este modo, la energía que tiene el diapason por estar vibrando se está transmitiendo al aire y a la sal. De ahí el movimiento que observamos de esta última. Cuanto más acercamos el diapason a la sal, más energía le llega a esta y por tanto da saltos más altos.

Si tocamos con el diapason el tambor de plástico con la sal, veremos que muy rápidamente se transfiere la energía del diapason a la membrana de plástico que vibra y de esta a la sal, por lo que enseguida dejará de vibrar el diapason y dejaremos de oírlo.

Variaciones y extensiones

Una variante de esta experiencia permite también estudiar ondas estacionarias de sonido. Para ello, se utiliza un objeto como un silbato que permita mantener

sonando una determinada nota. Al producir la onda sonora se puede comprobar que la sal tiende a acumularse en ciertas zonas y a dejar otras despejadas.

En este caso estaríamos produciendo unas ondas estacionarias que al llegar y hacer vibrar la membrana con la sal, producirían en esta un efecto ondulatorio armónico propio, con sus respectivos nodos, zonas en las que la sal no vibrará y por tanto, se acumulará.

Teléfono casero

Actividad 3

¿Cómo podemos transmitir palabras y música a una mayor distancia que la del habla normal? ¿Se te ocurre alguna forma sencilla para poder hacerlo? ¿Cómo podríamos fabricar un teléfono casero?



Material

2 Vasos de plástico o de yogur

-Hilo o Cuerda fina.

- 2 Palillos o 2 clips

-Tijeras

-Alfiler

Desarrollo

Para construir nuestro teléfono casero, realizamos un pequeño orificio en cada vasito de plástico utilizando las tijeras o un alfiler. Tras esto cortaremos el hilo o cuerda fina que tengamos teniendo en cuenta que la longitud de este será la que separe ambos teléfonos, aunque tampoco deberá ser demasiado larga a fin de poder escuchar con claridad.

El hilo lo pasaremos por el orificio de cada vasito y lo ataremos a un trocito de

palillo o a un clip para que no se salga y quede así unido a cada vasito.

A continuación le pasaremos un vasito a un compañero y probaremos nuestro teléfono casero.

1.- ¿Para que funcione es necesario que la cuerda esté tensa? ¿Por qué?

2.- Justificar por qué el sonido se propaga mejor por nuestro teléfono casero que por el aire.

3.- ¿Qué otras aplicaciones tiene el sonido aparte de la comunicación?

Profesor

Objetivos

Comprobar que el sonido se propaga mejor en medios sólido que por el aire.

Comentarios

Cuando el sonido se transmite por el aire, las partículas del gas transfieren la energía por colisión a otras partículas. De este modo, la energía se dispersa por toda la habitación y nuestros oídos reciben tan solo una pequeña parte de ella.

Esta energía sonora que nos llega, pasa a los pequeños huesos de nuestros oídos haciéndolos vibrar, y esta vibración hace que nuestro cerebro procese un mensaje de sonido. Cuanta más energía llega a nuestros oídos, con más intensidad percibimos el sonido.

Con la cuerda, el sonido es más intenso porque la cuerda nos ofrece un camino más efectivo para la transmisión de energía. La cuerda es un sólido y por tanto, las partículas están más próximas que en los gases, lo que facilita la propagación del sonido y hace que nos llegue una mayor cantidad de energía a los oídos.

Para que se transmita el sonido adecuadamente por la cuerda, esta debe estar tensa para que pueda propagarse la vibración por ella. Si no lo está, la vibración se disipará antes de llegar al otro extremo y por tanto, no escucharemos el sonido.

Por otro lado, las aplicaciones del sonido no quedan solamente restringidas a la comunicación o la música, como los estudiantes podrían pensar, sino que su ámbito de aplicación en nuestra sociedad es mucho más amplio. El sónar, por ejemplo, es un sistema de localización acústica que utilizan comúnmente los submarinos. Y de igual modo, en medicina se utilizan ultrasonidos para realizar ecografías, que permiten mostrar una imagen del interior del cuerpo y dado su

carácter no invasivo, suele utilizarse para visualizar fetos.

Variaciones y extensiones

Existen diferentes variantes posibles a esta experiencia. Una de ellas consiste en atar una cuchara a una cuerda de modo que quede aproximadamente en el centro y firmemente sujeta.

Tras esto, acercamos cada extremo de la cuerda a nuestros oídos, de modo que quede colgando la cuchara y la cuerda esté estirada. Entonces, podemos hacer que un compañero golpee suavemente la cuchara con un objeto rígido o bien balancearla hasta golpear la mesa o la silla. De este modo, esta experiencia también permite comprobar la efectividad de la cuerda y de los sólidos en general, para la propagación del sonido.

Alarma en el vacío

Actividad 4

El sonido no se propaga igual en todos los medios, pero ¿Qué sucede si consideramos el vacío? ¿Se propagaría mejor o peor?



Material

Recipiente y bomba de vacío (de los que se utilizan para guardar alimentos).

Reloj con alarma.

En caso de no disponer de estos materiales puede visualizarse una variante de esta experiencia en el video propuesto de variaciones y extensiones.

Desarrollo

En primer lugar vamos a realizar la experiencia sin hacer el vacío, para poder comparar después los resultados obtenidos. Así pues, preparamos el reloj para

que la alarma suene en un minuto. A continuación lo introducimos en el recipiente, pero de forma que quede colgado de la tapa y sujeto con celo. Esto es importante ya que si se apoya en la base, el sonido se transmitiría por la vibración del recipiente. De este modo, esperamos a que suene la alarma y nos fijamos en el volumen del sonido.

1 Antes de realizar el vacío, ¿Crees que se escuchará mejor o peor el sonido en el vacío parcial que hagamos? ¿Por qué?

Ahora repite la experiencia, pero extrayendo el aire del recipiente con la bomba de mano. No podremos extraer todo el aire, pero sí que lograremos un vacío parcial que nos permitirá realizar una buena comparación con los resultados obtenidos previamente.

2. ¿Cómo ha afectado el vacío parcial a la intensidad del sonido? ¿Por qué sucede esto?

Profesor

Objetivos

Comprobar que el sonido necesita un medio para propagarse y por tanto, no puede hacerlo en el vacío.

Comentarios

El sonido necesita de un medio para propagarse, pues se produce por una vibración de las partículas. Estas, al vibrar, van golpeando a las partículas adyacentes que sucesivamente golpean a otras y así se va transmitiendo la perturbación. En el vacío no se puede transmitir esta vibración y por tanto, no puede escucharse el sonido.

En esta experiencia, estamos consiguiendo tan solo un vacío parcial, por lo que aún queda suficiente aire en el interior del recipiente como para que continúe pudiendo propagarse el sonido, aunque con mayor dificultad. Cuanto más aire consigamos extraer peor se escuchará el sonido de la alarma.

Por esta razón, al realizar el vacío parcial, se sigue escuchando el sonido pero de forma atenuada con respecto a la primera vez en la que no se realizó el vacío.

Variaciones y extensiones

Una variante posible es la de intercambiar el reloj por unos cascabeles, de modo que lo que hagamos sea agitar el bote para escuchar el sonido. Al igual que con

el reloj, en este caso, también haríamos la comparación antes y después de realizar el vacío extrayendo el aire.

Por otro lado, dado que en algunos centros puede resultar complicado el conseguir una bomba de vacío para realizar la experiencia, proponemos en caso de no poder realizarse, el de seguir el planteamiento de las cuestiones aquí propuestas, pero ver la experiencia en un vídeo para comprobar los resultados que se obtienen.

El vídeo propuesto es el siguiente:

<https://www.youtube.com/watch?v=ce7AMJdq0Gw>

Aquí se muestra un timbre introducido en un recipiente del que se va haciendo el vacío. Al ir aumentando este, la intensidad del sonido va disminuyendo. Posteriormente, permiten que vuelva llenarse de aire el recipiente, deshaciendo el vacío, y observamos ahora el efecto contrario, es decir, como aumenta la intensidad del sonido.

Partículas de dominó

Actividad 5

¿Cómo habría que colocar las fichas para representar un medio sólido? ¿Y un gas? ¿Por qué? Colócalas y empuja la primera, ¿en qué caso podemos decir que se propaga mejor la perturbación?



Material

Fichas de dominó

Desarrollo

Coloca una serie de fichas de dominó y tíralas observando cómo se propaga la perturbación, es decir, el golpe que le damos a la primera ficha. Ponlas imitando

un medio sólido y un medio gaseoso y observa cómo se propaga la perturbación.

1 Justifica la relación entre la propagación de la perturbación y la forma en que colocamos las fichas.

2 Si quisiéramos representar el vacío, ¿cómo podríamos colocar las fichas? ¿Puede propagarse la perturbación?

3 ¿Todas las ondas necesitan un medio para propagarse?

Profesor

Objetivos

Visualizar cuando se propagan mejor y peor las ondas mecánicas e introducir la existencia de ondas electromagnéticas que pueden propagarse en el vacío.

Comentarios

La analogía de las fichas de dominó como partículas sirve para que los estudiantes puedan visualizar de una forma aproximada los resultados experimentales obtenidos sobre la propagación del sonido.

En un medio sólido, las partículas se encuentran unidas entre sí y se podría representar este tipo de medio como una fila de fichas de dominó pegadas una a otra. Al empujar la primera ficha, inmediatamente caen todas las demás, lo cual va acorde a la mejor propagación del sonido en medios sólidos.

En cambio, en un gas, las partículas no se encuentran unidas, por lo que lo representaríamos colocando las fichas de dominó más alejadas entre sí, aunque lo bastante cerca como para que al empujar la primera vayan cayendo el resto. En este caso, vemos que al empujar la primera ficha, ya no cae la última directamente, sino que va pasando un cierto tiempo conforme van cayendo cada una de las otras fichas, hasta llegar a la última. De modo que podemos considerar, con nuestra analogía, que el sonido se está propagando con mayor dificultad en este caso.

Por último, podemos extender la experiencia para el caso del vacío tal y como se produce en el espacio exterior. El vacío absoluto no existe, porque siempre habrá alguna partícula, pero estas estarán muy alejadas y habrá una cantidad muy escasa. Esto lo podemos representar colocando unas pocas fichas de dominó muy alejadas entre sí. Si golpeamos una ficha, esta caerá pero no transmitirá la perturbación a las demás, puesto que se encuentran demasiado alejadas. Por tanto, podremos entender cómo el sonido no puede propagarse en

el vacío.

Esta necesidad del medio para la propagación es característica de las conocidas como ondas mecánicas. Las ondas electromagnéticas, como la luz que nos llega del Sol, no necesitan un medio para propagarse y por tanto, pueden viajar por el espacio. Además, las ondas electromagnéticas, en contraposición a las mecánicas, tienen su velocidad máxima de propagación en el vacío.

Velocidad del sonido

Actividad 6

¿Cómo se puede hallar la velocidad del sonido? ¿Qué aplicaciones puede tener? ¿Cómo averiguarías a qué distancia de ti, se encuentra una tormenta eléctrica?



Material

Ordenador portátil

2 Micrófonos (SingStar)

Programa que represente gráficamente la intensidad del sonido frente al tiempo. Un programa gratuito posible es Audacity.

Cuchara

Sartén

Desarrollo

Para realizar la experiencia, necesitamos un ordenador portátil que tenga el programa Audacity. Este programa nos permite representar gráficamente la intensidad del sonido frente al tiempo, permitiéndonos medir las diferencias

producidas en intervalos de tiempo muy pequeños.

Utilizaremos 2 micrófonos del SingStar conectados al portátil y que estén separados de forma alineada una cierta distancia conocida.

Produciremos un sonido de corta duración golpeando con la cuchara la sartén cerca del primer micrófono y observaremos la gráfica producida por cada uno de los micrófonos.

- 1.- ¿Por qué aparece el pico de sonido en momentos distintos en cada gráfica?
- 2.- Teniendo en cuenta, la distancia entre los micrófonos y las gráficas obtenidas, ¿Cómo puede calcularse la velocidad del sonido en el aire?
- 3.- ¿La velocidad obtenida coincide con la teórica? ¿Por qué?
- 4.- ¿Cómo podría medirse la velocidad del sonido a partir de un único micrófono?
- 5.- ¿En qué condiciones se produce el eco?
- 6.- Si averiguamos a partir de la velocidad del sonido la distancia de una tormenta eléctrica, ¿deberíamos tener en cuenta la velocidad de la luz?

Profesor

Objetivos

Estudiar la propagación y reflexión del sonido. Determinar su velocidad de propagación del sonido.

Comentarios

Cuando se produce el sonido cerca del primer micrófono, la onda mecánica es detectada por este, como se observa en la gráfica y ha de propagarse hasta llegar al segundo micrófono para que este la detecte. Por esta razón, observamos los picos de sonido de la gráfica de cada micrófono con una cierta diferencia de tiempo, ya que la onda recorre en este tiempo la distancia entre ambos.

Este hecho nos permite determinar de forma aproximada el valor de la velocidad del sonido, teniendo en cuenta que $V = \frac{L}{t}$ siendo L la distancia entre ambos micrófonos y t el tiempo transcurrido entre que se detecta el sonido en cada micrófono.

La velocidad obtenida, aunque tendrá un valor aproximado a la teórica, no será exactamente igual, pues hay que tener en cuenta que estamos cometiendo un

cierto error al medir la distancia entre los micrófonos y el tiempo entre los dos picos. Además, la velocidad del sonido también se ve afectada por la temperatura del aire, por lo que todas estas fuentes de error, nos permitirán obtener una estimación de la velocidad, pero no la velocidad real.

Una variante de esta experiencia, es la de utilizar un tubo cerrado y en el extremo abierto colocar un micrófono. En este caso, la onda que se propaga por el interior del tubo, al llegar al extremo cerrado, se refleja volviendo por donde había venido. Este hecho hace que el micrófono que hemos colocado al inicio del tubo, detecte la onda sonora en dos ocasiones y el programa lo muestre como dos picos de sonido. El tiempo que transcurre entre estos dos picos, es el que necesita el sonido para hacer el camino de ida y vuelta por el tubo, por lo que la velocidad del sonido la podremos determinar con $V = \frac{2L}{t}$ siendo L la longitud del tubo y t el tiempo transcurrido entre ambos picos.

En la variante de la experiencia, hemos utilizado la reflexión del sonido, pero no por ello, se puede considerar que se ha generado eco. Para considerar que se produce este fenómeno, el cerebro ha de ser capaz de diferenciar entre los dos sonidos detectados, por lo que es necesario que el sonido recorra al menos una distancia de 17 m. En caso contrario, lo que detectaremos es una ligera permanencia del sonido, conocida como reverberación.

Una vez conocida la velocidad del sonido, de aproximadamente 340m/s, es posible realizar sencillos cálculos que nos permitan determinar la distancia a la que se encuentra una tormenta eléctrica. Una vez observado un rayo, tan solo debemos contar los segundos hasta escuchar el trueno. Así, el producto de la velocidad por el tiempo que tarda en llegar a nosotros la onda sonora, nos dará una estimación de la distancia a la que se encuentra la tormenta.

Al realizar estos cálculos consideramos que el tiempo que pasa entre que se produce el rayo y llega la luz es despreciable. Esta aproximación es correcta solo debido a la inmensa velocidad de la luz, ya que en el vacío se propaga aproximadamente a 300.000Km/s, una velocidad inmensamente superior a la del sonido.

3 Propiedades características del sonido

La regla musical

Actividad 7

¿Cómo podemos producir distintos sonidos mediante una regla?



Material

Una regla de plástico bastante rígido de 40cm aproximadamente.

Una mesa

Gomas elásticas

Desarrollo

Empezaremos colocando la regla encima de la mesa, con la mayor parte de ella fuera de esta y sujetando firmemente el extremo apoyado. Sin dejar de sujetarlo, flexionaremos suavemente la regla hacia abajo con el dedo y la soltaremos, observando la vibración producida

A continuación volveremos a hacer lo mismo repetidas veces, acortando cada vez más el extremo libre de la regla.

1.- ¿Por qué solo se oye la regla a partir de cierta longitud sobresaliendo de la mesa?

2.- ¿Se estaba produciendo algún sonido cuando la regla sobresalía más?

3.- Si seguimos acortando la regla, ¿cambia el sonido? ¿Cómo? ¿A qué crees que se debe esto?

4.- Manteniendo la regla en una longitud fija, pero en la que podamos escucharla bien, ¿Cómo influye en el sonido que flexionemos más o menos la regla?

A continuación repetiremos la experiencia utilizando una goma elástica.

5.- ¿Cómo influye la tensión de la goma en el sonido?

6.- ¿El timbre del sonido es distinto en la goma respecto de la regla?

Profesor

Objetivos

Conocer las propiedades características del sonido.

Comentarios

Al principio, la regla tiene una gran longitud al estar casi toda fuera de la mesa, por lo que su periodo, el tiempo en dar una oscilación completa, es muy largo y la frecuencia muy pequeña. Por esta razón, nuestro oído no es capaz de detectar este tipo de vibraciones y por eso no oímos nada, aunque sí esté produciéndose un sonido.

Debemos tener en cuenta que nuestro campo auditivo va aproximadamente desde los 20Hz hasta los 20.000Hz, por lo que los sonidos de frecuencia inferior (infrasonidos) o superior (ultrasonidos) son inaudibles para el ser humano al ser incapaz nuestro oído de detectar estas vibraciones. A diferencia del ser humano, hay animales que pueden detectar vibraciones de hasta 40.000 Hz como los gatos y los perros, y hasta 160.000 Hz en el caso de los delfines y los murciélagos.

De este modo, aunque inicialmente no podemos percibir el sonido que emite la regla, a medida que la acortamos, esta vibra más rápido con un periodo menor y una frecuencia mayor. A partir de un cierto umbral (20Hz) nuestro oído es ya capaz de oír el sonido y conforme disminuimos la longitud de la regla y aumenta la frecuencia, cada vez percibimos el sonido más agudo. Podemos, por tanto, comprobar que se establece una relación entre la frecuencia a la que vibra la regla y el tono del sonido.

Por otro lado, es posible comprobar que manteniendo la regla en una longitud fija, pero audible, se escucha mejor cuando la flexionamos más. Esto se debe a que al flexionarla más, aumentamos la amplitud de la vibración y por tanto, estamos aumentando la intensidad del sonido.

Otro aspecto que podemos estudiar es el de producir sonidos utilizando una goma elástica. En este caso, la tensión de la goma influye en la frecuencia de vibración, por lo que una goma poco tensa, vibra despacio y produce un sonido inaudible, mientras que al tensarla, la frecuencia de vibración aumenta de modo

que ya es posible escuchar el sonido.

Además, el sonido producido por la goma, se diferenciará respecto al de la regla en el timbre. Esta es la cualidad que permite distinguir dos sonidos de la misma intensidad y frecuencia emitidos por instrumentos distintos y que a un nivel gráfico, se puede visualizar en que la forma que tiene la función de la onda sonora es distinta.

4 Contaminación acústica

Estudiando la intensidad del sonido

Actividad 8

¿Sabes qué es la intensidad sonora? ¿Cómo podríamos medirla? ¿Has oído hablar alguna vez de la contaminación acústica? ¿En qué consiste?



Material

Smartphone con la aplicación de sonómetro.

Hay multitud de aplicaciones gratuitas de este tipo que pueden utilizarse, como la aplicación llamada Sonómetro (Sound meter). Esta aplicación muestra la intensidad mínima, media y máxima de sonido en todo momento, además de ir representando la intensidad en una gráfica frente al tiempo.

Desarrollo

En primer lugar, hay que tener en cuenta que puede ser necesario calibrar la aplicación mediante el símbolo de la herramienta que aparece en la pantalla principal. Al apretarlo nos permite aumentar o disminuir la intensidad detectada por el aparato. A fin de calibrarlo, nos podemos ayudar con las equivalencias que muestra, ya que nos indica si la intensidad sonora que está recibiendo es

equivalente a una biblioteca en silencio, a una conversación o a escuchar música a un volumen elevado entre otras posibles. Por ello, nos podemos ayudar de estas referencias para calibrar adecuadamente la aplicación, o bien utilizar algún sonómetro ya calibrado como referencia para el ajuste.

Una vez calibrado, podemos ya utilizarlo para estudiar la intensidad sonora del centro y de su entorno.

1.- ¿En qué unidades se mide la intensidad sonora y qué representan estas?

2.- Realiza mediciones de la intensidad sonora en distintos lugares y situaciones de tu vida cotidiana. Compáralas con las de tus compañeros. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, ¿Cuáles son las principales fuentes de contaminación acústica en las zonas urbanas? ¿Y en el patio del centro, en las aulas, en tu casa?

3.- ¿Crees que la gente joven tiene hábitos acústicos poco saludables?

4.- Investiga sobre los efectos perniciosos de la contaminación acústica y la forma de combatirlos.

Profesor

Objetivos

Investigar sobre la intensidad de los ruidos a los que se está sometido en la vida diaria y las consecuencias que pueden tener en la salud, mediante la utilización de un sonómetro.

Proponer hábitos acústicos saludables.

Comentarios

El oído humano puede percibir sonidos de intensidad tan baja como $10^{-12} W/m^2$ y tan elevados como $1 W/m^2$. Sin embargo la sensación que percibimos no es proporcional a la intensidad. Para que un sonido se perciba con el doble de intensidad que otro es necesario que su intensidad sea 10 veces superior.

Por este motivo, utilizamos la escala logarítmica del decibelio para expresar la intensidad del ruido. En esta escala $0dB$ no implica ausencia de ruido, sino el umbral de audición del oído humano y cada aumento de $10 dB$ nos indica que la intensidad sonora es 10 veces mayor, por lo que un sonido de $20dB$ es cien veces más intenso que uno de $0dB$.

Por otro lado, las situaciones sonoras de alta intensidad, pueden producir pérdida auditiva que puede llegar a ser permanente. En general se considera que

esta pérdida auditiva permanente, puede producirse a partir de sonidos de 75dB si son de larga duración o bien, aunque sean de corta duración si sobrepasan los 110dB.

Este fenómeno conocido como contaminación acústica puede producir otros efectos negativos en el ser humano como estrés, cansancio, insomnio, o incluso enfermedades cardiovasculares. Además, de afectar negativamente a las especies animales que se ven obligadas a desplazarse de sus hábitats naturales y sufren impedimentos en sus costumbres de reproducción y alimentación.

Es posible que la falta de sensibilidad hacia esta problemática en muchas ocasiones se deba al desconocimiento de los efectos del sonido intenso en la salud y en la calidad de vida, además de la falta de conciencia cívica, sobre todo del alumnado, bastante aficionado a la música estridente.

Hay distintas medidas que podrían tomarse para proteger a la población de la contaminación acústica, desde una concienciación sobre esta problemática, hasta una legislación adecuada en la que se vigile su cumplimiento y en la que se podrían abordar aspectos como las barreras en las autopistas, control de tubos de escape, insonorización de locales, limitación del volumen de la música. De igual modo, en la industria se podrían utilizar paneles acústicamente aislantes, instalación de amortiguadores y soportes antivibratorios, recubrimiento de paredes o techos con paneles absorbentes, etc.

5 Naturaleza de la luz y visión de los objetos

Lo que el ojo no ve

Actividad 9

¿Es posible que haya luz que nuestros ojos no puedan detectar? ¿Cómo podríamos comprobarlo? ¿Qué hay más allá de la luz visible que el ojo no ve pero un móvil sí?



Material

Un mando a distancia (de TV, DVD, o cualquier otro tipo)

Una cámara cualquiera (podemos utilizar la cámara del móvil).

Desarrollo

Colocamos el mando apuntando hacia nosotros y apretamos un botón.

1.- ¿Se observa alguna luz?

Ahora repetimos el proceso, pero mirando el mando a distancia a través de una cámara como la del móvil.

2.- ¿Qué se observa en esta ocasión? ¿Por qué sucede esto? ¿Qué tipo de luz emiten los mandos a distancia?

3.- Desde un punto de vista científico, ¿Qué se entiende por luz?

4.- ¿Qué otros tipos de ondas componen el espectro electromagnético? ¿Qué diferencias hay entre ellas? ¿Qué aplicaciones tienen?

Profesor**Objetivos**

Comprobar que la luz visible es solo una franja de la radiación electromagnética, la única que puede ver el ojo humano.

Comentarios

Al realizar la experiencia se comprueba que al observar directamente el mando a distancia, cuando se aprieta un botón no se ve ninguna luz, en cambio, al mirar a través de la cámara, sí que se observa.

Hay que tener en cuenta que los mandos a distancia emiten en el espectro infrarrojo que abarca las longitudes de onda que oscilan entre los 700nm y 1mm. Sin embargo, el ojo humano no detecta los infrarrojos, por lo que al observar directamente el mando a distancia no se ve ninguna luz. Las cámaras en cambio, sí son sensibles a las longitudes de onda de los mandos, y además, nos muestran esta luz infrarroja como una luz visible por lo que sí que podemos apreciar que se está emitiendo luz al mirar con una cámara.

Se debe indicar que en física, no se considera luz solo al espectro visible, sino al conjunto de ondas transversales que componen el espectro electromagnético.

De este modo, la luz visible ocupa solamente una pequeña franja de este espectro, puesto que este se extiende desde la radiación de menor longitud de onda, como los rayos gamma y x, pasando por la luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos, hasta llegar a las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como son las ondas de radio.

En cuanto a las distintas aplicaciones de las ondas, encontramos que algunos de los principales usos de las ondas de radio son la radio, la televisión, la telemetría y la radiolocalización. Las microondas, se emplean en hornos microondas, en transmisión vía satélite y en teléfonos móviles. Por su parte, los infrarrojos tienen aplicaciones en la vida cotidiana como lectores y mandos. Los UV se utilizan en la esterilización de instrumentos y los rayos x y gamma tienen aplicaciones médicas tanto de diagnóstico como de tratamiento de enfermedades.

Variaciones y extensiones

Un aspecto que también puede estudiarse es que la luz infrarroja de los mandos a distancia puede atravesar los cuerpos opacos a las radiaciones del espectro visible. Si colocamos el mando oculto por una prenda de tejido (funciona con la mayoría) y miramos a través de la cámara, seguimos viendo cómo se enciende al pulsar un botón.

Por otro lado, la luz blanca cambia de color al atravesar un refresco como puede comprobarse con una linterna, mientras que la luz del mando apenas sufre variaciones.

Es posible experimentar con distintos mandos, ya que existen pequeñas variaciones entre unos y otros, puesto que cada uno emite con una longitud de onda particular.

Otro aspecto que se puede mostrar de la luz infrarroja, es que se puede utilizar para estimar la temperatura. Todos los cuerpos que tengan una temperatura superior a cero Kelvin emiten luz infrarroja, por lo que se han inventado termómetros que miden a distancia esta luz emitida. En los programas de cocina, por ejemplo, es habitual medir la temperatura del aceite o de la comida con un termómetro de este tipo, para estimar los tiempos de cocción adecuadamente. De este modo, se puede mostrar un termómetro inalámbrico en la clase, y comprobar cómo nos sirve para realizar mediciones de la temperatura.

Luz ¿visible o invisible?

Actividad 10

¿Qué papel desempeña la luz en el proceso de visión? ¿Crees que se puede ver la luz del espectro visible? ¿Por qué?



Material

- Un láser
- Polvo de tiza o espray de niebla.

Desarrollo

- 1.- Teniendo en cuenta el proceso de visión, si encendemos un láser y apuntamos hacia la pared, ¿Podrá verse el recorrido del rayo? ¿Por qué? Comprobarlo.
- 2.- ¿Qué sucede si dejamos caer polvo de tiza por el recorrido del láser? Comprobarlo ¿Por qué sucede esto?
- 3.- ¿Qué podemos concluir sobre la propagación de la luz?

Profesor

Objetivos

- Exponer las ideas sobre el proceso de visión.
- Estudiar la propagación rectilínea de la luz.

Comentarios

Para poder ver los objetos, necesitamos que la luz se refleje en ellos y llegue a nuestros ojos. Si consideramos un láser apuntando hacia una puerta, no podremos ver el recorrido del láser, tan solo veremos el punto donde enfoca el láser, puesto que esta luz se refleja y llega a nuestros ojos.

Es posible afirmar, por tanto, que la luz es invisible, no podemos ver el recorrido que haga esta, a menos que se esté reflejando como sucede cuando atraviesa

una nube de polvo de tiza. Las partículas del polvo interactúan con la luz y reflejan parte de esta, permitiéndonos seguir el recorrido que realiza. Lo mismo sucede si utilizamos un espray de niebla.

Esta experiencia permite comprobar tanto que la luz no se ve, como que se propaga en línea recta. Esta característica de la propagación rectilínea de la luz será la que permita justificar la formación de sombras, penumbras o incluso los eclipses.

Variaciones y extensiones

Una variante de esta experiencia es la de utilizar un recipiente con agua. Si inicialmente enfocamos con el láser al recipiente, no veremos el recorrido que realiza la luz. No obstante, si añadimos unas gotas de leche, la luz se reflejará en estas partículas y veremos el recorrido del rayo.

6 Formación de eclipses, sombras y penumbras

Los eclipses

Actividad 11

¿Qué es un eclipse? ¿Por qué se produce? ¿Cuáles conoces? ¿Están relacionados con la propagación rectilínea de la luz?



Material

Cinta adhesiva

Un tubo de cartón

Papel de aluminio

Linterna

Tijeras

Bola de corcho (tamaño de una naranja)

Pelota de ping-pong o una bola de corcho de tamaño similar.

Pila de libros

Desarrollo

En primer lugar vamos a preparar con los materiales disponibles una representación del Sol, la Tierra y la Luna.

Para ello, en el tubo de cartón debemos hacer cortes verticales a lo largo de la circunferencia de cada extremo. Esto servirá para hacer una base y también para poder colocar una bola en la parte superior.

Una vez hechos los cortes, los doblamos hacia fuera como formando una flor, y lo colocamos verticalmente. A continuación cogemos la bola de corcho grande que representa la Tierra y la colocamos en el soporte que hemos preparado, utilizando cinta adhesiva si es necesario.

Para preparar la Luna, cogemos la bola de ping-pong y la forramos de papel de aluminio.

Ahora cogemos un alambre y lo clavamos sobre la esfera de la Tierra de forma que quede en vertical. Medimos un longitud de aproximadamente un dedo y lo doblamos horizontalmente para hacer un brazo horizontal. Luego, lo volvemos a doblar e insertamos la punta del alambre en la Luna de tal manera que el ecuador de la Luna esté a la misma altura que el ecuador de la Tierra.

A continuación, ajustamos la linterna que representa el Sol, colocándola sobre una pila de libros para que al final esté a una altura semejante a la que tiene la Luna.

1.- ¿Cómo habría que disponer las esferas para obtener un eclipse de sol? ¿Y de Luna? Compruébalo y dibuja un diagrama de



rayos que lo justifique.

2.- ¿Los eclipses solares pueden verse desde cualquier parte de la Tierra en que sea de día? ¿Por qué? ¿En qué zonas habría sombra? ¿Y penumbra?

4.- ¿Los eclipses lunares pueden verse desde cualquier parte de la Tierra en que sea de noche? ¿Por qué?

5.- ¿Con qué periodicidad deberían producirse? ¿Por qué no sucede así?

Profesor

Objetivos

Estudiar la formación de eclipses a partir de la propagación rectilínea de la luz.

Distinguir las zonas de sombra y penumbra.

Comentarios

El eclipse solar se produce cuando la Luna se encuentra entre la tierra y el Sol tapando la luz solar. Aunque podría pensarse que siempre que la Luna efectúa una rotación completa en torno a la Tierra habría un punto en el que se produjera un eclipse solar, esto no es así ya que es necesario que los 3 cuerpos estén alineados y la órbita de la Luna no es coplanaria con la órbita de la Tierra.

Los eclipses solares solo son visibles desde áreas relativamente pequeñas de la Tierra. En estas se pueden distinguir zonas de sombra en las que no llega luz solar y otras de penumbra en las que hay un oscurecimiento parcial, pues sigue llegando luz pero en una cantidad menor.

Esta diferencia de zonas de sombra y de penumbra la podemos observar fácilmente al interponer cualquier objeto opaco delante de un foco de luz.

Por otro lado, los eclipses lunares se producen cuando es la Tierra la que se interpone entre el Sol y la Luna de tal modo que los tres astros quedan alineados. A diferencia del eclipse solar que solo puede verse en zonas concretas de día, el eclipse lunar puede observarse desde cualquier parte de la Tierra en que sea de noche, puesto que si no le llega luz a la Luna, no podrá verse independientemente desde donde se esté observando.

7 Formación de imágenes

Cámara oscura

Actividad 12

¿Sabes qué es una cámara oscura? ¿Para qué puede utilizarse? ¿Cómo podríamos fabricar una?



Material

-Papel vegetal y papel de aluminio.

-1 Tubo de papel de cocina.

-Alfiler

-Cúter

-Tijeras

-Cinta aislante

-Una vela

Desarrollo

A continuación exponemos un método con el que se podría fabricar una cámara oscura.

En primer lugar recortamos un disco de papel vegetal con un diámetro un poco menor que el del tubo. Luego con el cúter hacemos un corte en la parte central del tubo que nos permita pasar la lámina de papel y la colocamos de forma que quede perpendicular al tubo. Esta lámina será la pantalla en la que veamos la imagen. Una vez colocada tapamos el corte con cinta aislante.

Para acabar la cámara oscura ahora envolvemos un extremo de papel de

aluminio, que sujetaremos utilizando una goma. En su centro haremos un pequeño orificio con la aguja.

Una vez preparada nuestra cámara oscura la utilizaremos para visualizar el paisaje que vemos por las ventanas del aula o del laboratorio.

- 1.- ¿Qué características tiene esta imagen?
- 2.- ¿Qué le sucede a la imagen si el orificio se hace más grande?
- 3.- ¿Cómo se explica la formación de esta imagen?
- 4.- Si colocamos una lámina de papel frente a un objeto luminoso como una vela, ¿se formará su imagen sobre la lámina? ¿Por qué?

Profesor

Objetivos

Aprender a fabricar una cámara oscura y conocer el proceso de formación de imágenes.

Comentarios

Al utilizar la cámara oscura se obtienen imágenes invertidas de los objetos que se visualizan. Para entender la formación de estas imágenes, es necesario realizar un esquema de rayos que nos indica que de todos los rayos de luz emitidos por el objeto que se visualiza, a la pantalla solo llegan aquellos que pasan por el orificio, dando lugar a una imagen invertida, menor que el objeto y real (puesto que puede formarse sobre una pantalla).

La condición para que se forme la imagen y que como vemos se cumple en este caso, es que a cada punto de la pantalla solo debe llegar luz proveniente de un punto del objeto. Esto hace que la imagen sea de poca intensidad. Aunque es posible aumentarla haciendo el orificio más grande, esto hace que a la pantalla lleguen pequeños círculos de luz provenientes de cada punto del objeto que se superponen dando lugar a una imagen más borrosa, por lo que cuanto más grande hagamos el orificio, obtendremos una imagen más intensa, pero también más borrosa.

Si consideramos ahora el caso de colocar un papel frente a un objeto luminoso como la vela, a cada punto del papel, estará llegando luz proveniente de todos los puntos de la vela, por lo que no podrá formarse la imagen al no cumplir la condición básica de que a cada punto de la pantalla, llegue luz proveniente de un

único punto del objeto.

Variaciones y extensiones

Una variante de esta cámara oscura permite realizar el cálculo del radio del Sol.

Para ello necesitamos un tubo alargado en el que colocamos un disco de papel vegetal milimetrado en un extremo y en el otro, el papel de aluminio con un orificio.

Si apuntamos el tubo al Sol, con la precaución de no mirarlo, se formará la imagen de este sobre el papel vegetal milimetrado. El radio de esta imagen está relacionado con el radio real del Sol, a partir de la distancia de la Tierra al Sol y la longitud del tubo. Esta relación se basa en el teorema de Tales y sería la siguiente:

$\frac{R_{Sol}}{D_{T-S}} = \frac{R_{papel}}{D_{Tubo}}$ donde R_{Sol} es el radio real del Sol, R_{papel} el radio que aparece en la pantalla de papel milimetrado, D_{T-S} la distancia entre la Tierra y el Sol y D_{Tubo} la longitud del tubo, ya que es la distancia entre el orificio y la pantalla.

8 Reflexión de la luz

Jugando con espejos planos

Actividad 13

¿Qué le sucede a un rayo de luz que incide sobre un espejo?
¿Cómo se puede comprobar?



Material

Espejos planos y linternas

Para variaciones y extensiones:

Láser y transportador

Desarrollo

Comenzaremos experimentando con los espejos planos. Para ello, intentaremos hacer “ratas” con ellos.

1.- ¿Qué relación observas que se produce entre el ángulo de incidencia y el reflejado?

2.- Prueba ahora a mandar una “rata” hacia otro espejo y luego hacia la pared. ¿Qué observamos en cada caso? ¿Qué diferencia hay entre la reflexión en espejos y la que nos permite que veamos objetos, que no son luminosos?

3.- Coloca un lápiz delante de un espejo plano y mira su imagen, ¿Cómo podemos explicarla de acuerdo a las leyes de la reflexión?

Profesor

Objetivos

Conocer el fenómeno de la reflexión y su relación con espejos planos.

Comentarios

Al utilizar los espejos para hacer “ratas” sobre la pared los alumnos señalarán que la luz se refleja en el espejo. Además, los estudiantes podrán observar que los rayos que salen del foco y rebotan en el espejo, lo hacen de tal manera que el ángulo de incidencia coincide con el que se refleja la luz.

Por otro lado, además de la reflexión especular, es importante tratar también la reflexión difusa, puesto que los estudiantes piensan que la reflexión solo se produce en espejos y desconocen esta última. La reflexión difusa se produce en la superficie de cualquier objeto no pulido y se da en todas las direcciones. Los estudiantes lo pueden comprobar mandando “ratas” a otro espejo y luego a la pared. En el caso del espejo, solo la verán algunos alumnos, teniendo en cuenta la relación entre ángulo incidente y reflejado, mientras que en el caso de la pared, la podrá ver toda la clase al haber luz reflejada en todas las direcciones.

Para explicar la imagen que observamos en un espejo plano de un objeto, debemos tener en cuenta que debe darse la correspondencia punto a punto entre el objeto y la imagen, es decir, los rayos procedentes de un mismo punto del objeto, deben converger en su correspondiente punto de la imagen. Sin embargo, si trazamos los rayos que inciden en un espejo plano desde un punto

del objeto, vemos que tras reflejarse divergen. Por esta razón debemos resaltar el papel del ojo como integrante del sistema óptico, que hace que estos rayos divergentes se junten detrás del espejo.

Variaciones y extensiones

La relación entre el ángulo incidente y el reflejado, también puede comprobarse cuantitativamente. Para ello, podemos hacer uso de un láser y apuntar hacia un espejo. Utilizando un transportador de ángulos, podemos comprobar la ley de la reflexión para distintos ángulos incidentes.

Juguetes con espejos planos

Actividad 14

¿Sabes qué es un periscopio? ¿Cómo crees que influye en su funcionamiento la reflexión de la luz?



Material

Periscopio

Hucha de juguete (micro bank)

Desarrollo

En primer lugar examinaremos el periscopio de juguete.

1.- ¿De cuántos espejos consta y cómo están colocados? ¿Podrías explicar su funcionamiento?

A continuación examinaremos una hucha de juguete denominada micro bank. Prueba a introducir una moneda en su interior.

2.- ¿Qué sucede? ¿Cómo podemos explicar lo que vemos que le sucede a la moneda?

Profesor

Objetivos

Aplicar la reflexión en espejos planos para explicar el funcionamiento de algunos juguetes.

Comentarios

Conociendo la relación entre los ángulos incidente y reflejado en la reflexión especular, podemos explicar el funcionamiento del periscopio, que utilizan los submarinos y que nosotros examinaremos a partir de un periscopio de juguete. Así, los estudiantes podrán ver que el periscopio consta de un tubo con un par de espejos en los extremos, paralelos y en un ángulo de 45° respecto a la línea que los une.

Así, la luz entra por el primer orificio, incide en el primer espejo con un ángulo de 45° y se refleja con el mismo ángulo, de modo que continúa por el tubo hasta el segundo espejo, en el que incide y se refleja con otro ángulo de 45° para atravesar el orificio en el que se coloca el ojo, el cual gracias a este dispositivo puede ver objetos colocados a una altura superior.

Por otro lado, en la hucha del micro-bank lo que observamos al introducir la moneda es que esta parece caer por un orificio muy pequeño. Aparentemente la moneda ha encogido, pero obviamente sabemos que esto no es así.

Para poder entenderlo, debemos considerar la existencia de dos espejos, uno en cada diagonal, de tal manera que nos impiden ver el fondo, pero por la reflexión de los laterales, nos muestran una imagen que da la impresión de que sí lo estamos viendo. De modo que la moneda nunca llega a pasar por un orificio pequeño, aunque la imagen producida por la reflexión en los espejos nos muestre esto.



Laser Maze

Actividad 15

¿Sabes en qué consiste el juego de Laser Maze? Explica cómo podrías crear diferentes modelos de laberinto utilizando las leyes de la reflexión.



Material

Juego Laser Maze

Desarrollo

1.- Fíjate en los distintos tipos de fichas con las que se crea el laberinto. ¿Qué características tiene cada una?

2.-Cada grupo debe elegir una tarjeta de laberinto y diseñarlo de acuerdo a esta. Se debe empezar por una tarjeta del modo iniciado e ir subiendo a las de mayor dificultad conforme se vaya resolviendo.

El ganador será el equipo que logre resolver el laberinto en el mayor modo de dificultad o en caso del mismo modo, en el menor tiempo.

Profesor

Objetivos

Saber aplicar las leyes de la reflexión en espejos planos.

Comentarios

El juego de Láser Maze consta de 4 niveles de dificultad, iniciado, intermedio, avanzado y experto. En cada nivel de dificultad encontramos un conjunto de

tarjetas con distintos modelos de laberinto que debemos diseñar colocando las piezas que nos indican.

El objetivo es añadir algunas de las restantes piezas de que dispone el juego para conducir el rayo a una serie de objetivos. Se empieza con un único objetivo y se aumenta conforme avanza el nivel de dificultad de la mazmorra.

En concreto, el juego consta de las siguientes piezas que podemos utilizar:

1 Láser

Multitud de espejos planos

Fichas de objetivo que se iluminan al llegar el láser

1 Ficha de bloqueador, que permiten el paso del rayo, pero impide colocar otra ficha en esa posición.

1 Ficha de puesto de control, que indica una zona por la que el rayo debe pasar.

Fichas divisoras del rayo. Estas fichas transmiten y reflejan una parte de la luz que les llega, por lo que actúan como divisores del rayo y las utilizamos para poder alcanzar más de un objetivo a la vez.

Realizar esta actividad nos permite afianzar las leyes de la reflexión, a la vez que se repasan conceptos anteriores, como la propagación rectilínea de la luz, o la incapacidad de ver esta salvo cuando interactúa con un objetivo.

Variaciones y extensiones

Aunque se ha propuesto el juego del laberinto de espejos que se comercializa actualmente, tampoco es necesario utilizar este modelo de laberinto concreto.

Otra posibilidad es diseñar una variante casera, elaborando un laberinto sobre un tablero con muros que pueden ser perfectamente de papel y disponiendo de una serie de espejos pequeños.

En este caso se podría competir entre grupos para ver quien consigue atravesar el laberinto moviendo la menor cantidad de espejos y en el menor tiempo posible.

Jugando con espejos curvos

Actividad 16

¿Te has fijado alguna vez en tu imagen reflejada en una cuchara? ¿Qué ocurre con ella? ¿Qué característica tiene este tipo de espejo para que se observe esa imagen? ¿Qué crees que pasaría si le dieras la vuelta a la cuchara y te miraras por el otro lado?



Material

Cucharas pulidas (espejos cóncavos y convexos).

2 Láseres y spray de niebla o polvo de tiza.

Desarrollo

1.- ¿Qué forma tienen los espejos cóncavos? ¿Y convexos?

2.- Predice, aplicando las leyes de la reflexión, qué sucede con los rayos incidentes sobre espejos cóncavos y convexos. Luego, verifícalo utilizando el láser para iluminar ambos tipos de espejos. Usa polvo de tiza o spray de niebla para ver su recorrido.

3.- Comprueba que sucede con las imágenes formadas por los espejos cóncavos y convexos.

Profesor

Objetivos

Conocer las características de la reflexión en espejos cóncavos y convexos.

Comentarios

A partir de la ley de reflexión, los estudiantes pueden deducir que en los espejos cóncavos los rayos convergen en el foco, mientras que en los convexos, los

rayos divergen. Esto lo podemos comprobar fácilmente haciendo incidir dos haces de luz láser sobre un espejo y dejando caer polvo de tiza o bien spray de niebla.

Para estudiar las imágenes formadas por ambos tipos de espejos, los estudiantes pueden utilizar cucharas para mirar su rostro reflejado en ellas. En la cóncava pueden comprobar que la imagen está invertida, y en la convexa que está siempre derecha. Sin embargo, en el caso de la cara cóncava, si toman un objeto más pequeño, la imagen invertida desaparece cuando aproximan el objeto al foco, reapareciendo derecha poco después. Puede ser de interés en este sentido, que el profesor plantee los esquemas de rayos como una predicción, que luego los estudiantes podrán comprobar experimentalmente.

Aplicaciones de los espejos curvos

Actividad 17

¿Has visto alguna vez la proyección de un holograma tridimensional? ¿Qué es lo que más te ha llamado la atención? ¿Conoces algún dispositivo que nos permita crear hologramas tridimensionales?



Material

Reproductor holográfico (3-D Mirascope)

Encendedor solar (Solar fire starter)

Desarrollo

1.- Observa la imagen tridimensional que crea el 3-D mirascope, ¿Cómo podemos explicarlo?

2.- ¿Sabías que en los juegos Olímpicos del 2012 se encendió la antorcha olímpica utilizando un espejo? ¿Qué clase de espejo crees que era? ¿Por qué?

Compruébalo utilizando el encendedor solar.

3.- ¿Qué otras aplicaciones tienen los espejos cóncavos y convexos?

Profesor

Objetivos

Conocer las aplicaciones de espejos cóncavos y convexos.

Comentarios

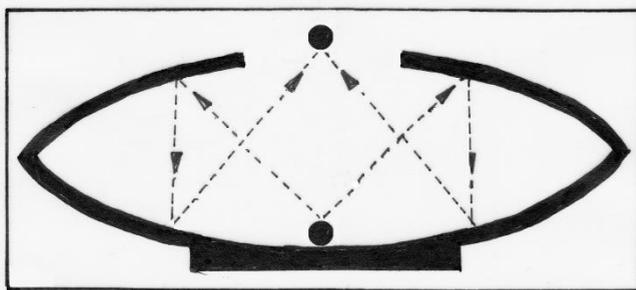
Una de las aplicaciones que tiene el espejo cóncavo es la de hacer fuego ya que al concentrar los rayos de luz en el foco, permite que este punto alcance una gran temperatura.

En los juegos olímpicos del 2012 se encendió la antorcha olímpica utilizando este procedimiento para imitar la antigua tradición griega. Pero a un nivel más cotidiano, se comercializan también diversos espejos cóncavos, con finalidades diversas. De este modo, encontramos modelos con soporte para cigarrillos u otros, con un soporte para colocar una pequeña madera que una vez encendida podría utilizarse para hacer una hoguera.



Resulta, por tanto, muy llamativo e instructivo, mostrar a los estudiantes un encendedor de este tipo en acción, ya que en cuestión de segundos en un día soleado es capaz de producir fuego.

Otra aplicación curiosa que poseen estos espejos es la poder crear hologramas en 3D, como se puede observar con el juguete del reproductor holográfico



que consta de dos espejos cóncavos. La clave de su funcionamiento es que el punto focal de cada espejo se encuentra en el vértice del otro, habiendo un hueco en la parte central del espejo superior, donde vemos la imagen.

De este modo, el objeto que colocamos en su interior, se encuentra ubicado en el foco del espejo superior. La luz que parte del objeto y se refleja en el espejo superior, se refleja en rayos paralelos dirigidos hacia abajo, que posteriormente se reflejan en el espejo inferior para converger en el punto focal, creando la imagen que vemos.

En cuanto a otras aplicaciones de los espejos cóncavos, encontramos la cocina solar, ya que la capacidad de concentrar los rayos, permite alcanzar temperaturas bastante elevadas como para cocinar. Además, también los encontramos en los faros de los vehículos, ya que permiten concentrar la luz, de modo que no sea tan difusa y se pueda ver mejor de noche.

Por otro lado, respecto a los espejos convexos, estos se colocan en los lados de los pasajeros de los vehículos, ya que muestran una imagen reducida de los objetos y debido a esta compresión, muestran un campo de visión más amplio. Para mayor seguridad también se colocan cerca de algunos cajeros, ya que permiten así que los usuarios sepan si alguien está detrás de ellos. Y en algunos hospitales o tiendas también se utilizan en ocasiones para poder ver lo que está al doblar una esquina y así evitar tropiezos.

9 Refracción de la luz

La moneda invisible

Actividad 18

¿Te ha pasado alguna vez jugando en la piscina que se te cayera un objeto y al intentar cogerlo que no estuviera exactamente donde parecías verlo? ¿Por qué crees que ocurre? Estudia lo que le sucede a la luz intentando hacer desaparecer una moneda en un recipiente transparente con agua.



Material

Un recipiente transparente y otro opaco

Cartulina

Monedas

Desarrollo

Cogemos el recipiente transparente e introducimos la moneda en el centro. A continuación añadimos agua y ponemos una cartulina apoyada en los bordes del recipiente para que solo tengamos una vista lateral del mismo.

1.- ¿Es posible seguir viendo la moneda?

Repetimos la experiencia, pero ahora colocamos la moneda en la parte inferior del recipiente en lugar de en su interior. Al igual que antes añadimos agua en el recipiente y colocamos la cartulina en la parte superior.

2.- ¿Podemos seguir viendo la moneda? ¿Cómo podemos explicar este fenómeno?

A continuación utilizaremos el recipiente opaco. Colocaremos la moneda en su centro y nos alejaremos a la distancia justa hasta dejar de ver la moneda, donde nos pararemos. Tras esto, un compañero introducirá agua en el recipiente con cuidado de no mover la moneda.

3.- ¿Qué es lo que observamos? Dibuja lo que sucede con los rayos de luz.

4.- ¿Qué otras ilusiones ópticas podemos observar debidas a la refracción?

Profesor**Objetivos**

Conocer el fenómeno de la refracción.

Comentarios

La moneda tan solo es visible cuando llegan a nuestros ojos los rayos de luz reflejados en su superficie. Sin embargo, cuando la luz pasa de un medio de propagación a otro, cambia su velocidad al igual que la dirección de propagación si no incide perpendicularmente. Este fenómeno de la refracción hace que veamos la moneda en un lugar distinto a donde está o incluso que dejemos de

verla.

Si miramos desde arriba del recipiente, vemos la moneda sin ninguna dificultad puesto que cuando la luz incide perpendicularmente en la superficie de separación de los medios, no sufre desviación, razón por la cual colocamos una cartulina, para obligar a que la vista de la moneda se haga desde un lateral.

Si la moneda se coloca en su interior, aunque se añada agua, se sigue pudiendo ver, pero al colocarla en la parte inferior, la desviación de los rayos de luz es tal, que ya no llega ninguno a nuestros ojos y dejamos de ver la moneda.

El fenómeno de la refracción nos sirve para justificar también lo que sucede en el recipiente opaco. Cuando está sin agua y nos alejamos de la moneda hasta dejar de verla, ya no llega ningún rayo de luz a nuestros ojos. Sin embargo, al añadir agua al recipiente, los rayos de luz se desvían, haciendo posible que lleguen nuevamente a nuestros ojos y volvamos a ver la moneda, aunque en una posición distinta a la que en realidad está.

También, debido a la refracción, se producen otras ilusiones ópticas, como el que un lápiz parcialmente introducido en agua parezca partido, o que las piernas de una persona al pie de una piscina, parezcan más cortas.

Resulta también destacable el caso de los espejismos. En estos, el aire en contacto por el suelo se calienta de tal manera que, por contra a lo usual, el aire más frío se mantiene encima del caliente. Esto crea una densidad desigual, que tiene un efecto en la luz semejante a ir cambiando de medio. Por esta razón, un rayo reflejado por un objeto lejano que va hacia abajo y, en dirección al observador, va experimentando refracciones sucesivas al atravesar las distintas capas de aire. De este modo, su inclinación va siendo cada vez menor y tras llegar a la horizontal el rayo sufre nuevas refracciones, pero esta vez hacia arriba.

Así es como tras haber descrito una trayectoria curva, el rayo llega al ojo del observador que ve en el suelo una imagen del objeto, produciéndose así el espejismo.

Variaciones y extensiones

Una variación de la experiencia con el recipiente transparente es la de utilizar más de una moneda. Si colocamos una en su interior y dos debajo del recipiente, al añadir agua observaremos como pasa de haber tres monedas en el recipiente a una sola.

Otra experiencia que se podría haber utilizado para comprobar la refracción es la de introducir un lápiz en un vaso de agua. Parte del lápiz sobresale del agua y

debido a la refracción, parece que este se encuentre doblado.

Jugando con las lentes

Actividad 19

¿Sabes qué es una lente? ¿Qué objetos conoces que utilicen lentes? ¿Cómo podríamos fabricar una?



Material

Un tubo de ensayo o un vaso de agua alargado.

Papel y cartón

Lentes convergentes y divergentes

Desarrollo

Rellena de agua un tubo de ensayo o bien utiliza en su lugar un vaso alargado.

1.- ¿Qué instrumento óptico hemos fabricado?

A continuación examinaremos dos tipos distintos de lentes, una bicóncava y otra biconvexa. Para ello, haremos pasar la luz de un láser por cada una ellas, viendo la desviación que sufre el rayo (podemos utilizar polvo de tiza o spray de niebla).

2.- Dibuja la desviación de los rayos de luz al atravesar cada lente. ¿Qué podemos concluir de la lente bicóncava? ¿Y de la biconvexa?

3.- ¿Cuál de ellas se podría utilizar para hacer fuego? Compruébalo.

4.- Localiza la imagen de un objeto luminoso mediante una pantalla (puedes utilizar la pared o bien una hoja de papel). ¿Qué sucedería si quitásemos la lente? ¿Y si cubriésemos con un cartón media lente? Compruébalo. Haz lo mismo con una lente divergente.

5.- Comprueba que sucede con la imagen de un objeto utilizando ambos tipos de lente.

Profesor

Objetivos

Conocer el fenómeno de la refracción asociándolo a las lentes.

Comentarios

Al introducir agua en el vaso o el tubo de ensayo se fabrica una lente convergente. Esta lente en cuestión es la que utilizan las lupas, pues permiten ampliar imágenes. Además de la lupa, podemos encontrar multitud de instrumentos ópticos que poseen lentes, como las gafas, la cámara fotográfica, el telescopio, el microscopio o los prismáticos, entre otros.

Por otro lado, en el análisis de la lente bicóncava y biconvexa, se puede comprobar que la primera es convergente y la segunda divergente. De este modo, en la lente convergente los rayos paralelos convergen en un punto, denominado foco, mientras que en la divergente, divergen. Una consecuencia de este hecho es que en un día soleado puede llegar a realizarse fuego al enfocar un papel con una lente convergente. Si el foco recae en un punto del papel, se concentrarán muchos rayos de luz en ese punto, y por tanto se calentará pudiendo llegar a prenderse fuego. En cambio, esto no sucederá con una lente divergente al separarse los rayos.

Esta misma experiencia queda ya recogida en la Isla misteriosa de Julio Verne, en la que el ingeniero Ciro Smith fabrica una lente convergente uniendo dos vidrios de reloj y rellenándolos de agua, lo que permite producir fuego, algo necesario para la supervivencia de los náufragos en la isla.

Otro aspecto a tratar es el de la formación de imágenes, para lo que podemos pedir a los estudiantes que enfoquen el tubo fluorescente sobre la mesa, o bien el paisaje de la ventana sobre la pared. Si los estudiantes no han comprendido la producción de imágenes, pensarán que la imagen seguirá estando aunque quitemos la lente, porque para ellos la lente no hará más que invertir o deformar la imagen. De igual modo, muchos estudiantes pueden creer que si se tapa

media lente desaparece la imagen, cuando en realidad solo disminuye la intensidad de esta.

Para explicar por qué no desaparece la imagen, sino que tan solo disminuye la intensidad, nos podemos ayudar de un diagrama de rayos. Así, podemos dibujar dos rayos procedentes del objeto, uno paralelo al eje que pasa por la focal y otro que pasa por el centro de la lente y que no se desvía. Aunque la intersección de estos dos rayos nos da la imagen, es conveniente dibujar más rayos procedentes del extremo del objeto, para que vean que todos los que atraviesan la lente convergen en el punto imagen, razón por la cual se sigue formando esta aun tapando la mitad de la lente.

Continuando con el manejo de las lentes, los estudiantes pueden comprobar que en la lente convergente la imagen depende de la distancia del objeto al foco. Cuando el objeto está entre el foco y la lente, la imagen es mayor, derecha y virtual (actúa como lupa), pero esta desaparece cuando el objeto está colocado en el foco. A distancias mayores, la imagen reaparece invertida, real y mayor primero y menor si seguimos alejándola.

Por otro lado, la lente divergente proporciona siempre una imagen menor, derecha y virtual, por lo que no aparece la imagen en una pantalla, como podemos comprobar.

Para terminar la actividad, estos resultados experimentales, los podemos complementar con una explicación mediante esquemas de rayos.

10 El ojo y sus defectos visuales

¿Cómo funciona el ojo?

Actividad 20

¿Sabrías explicar cómo funciona el ojo humano? ¿Qué defectos visuales conoces? ¿En qué consisten?



<p>Material</p> <p>Lentes convergentes y divergentes</p> <p>Gafas</p>
<p>Desarrollo</p> <p>1.- Si tienes un defecto de visión y miras a través de un orificio ¿Qué ocurre? ¿Por qué? Pruébalo a cerrando la mano y haciendo un pequeño círculo como si se tratase de un catalejo, ahora ponlo delante del ojo y mira un objeto.</p> <p>2.- Indica el tipo de lente adecuada para corregir los defectos del ojo más comunes.</p> <p>3.- Mira a los ojos de tus compañeros a través de las gafas, ¿puedes decir el defecto visual que tienen?</p>
<p>Profesor</p>
<p>Objetivos</p> <p>Comprender el funcionamiento del ojo, los principales defectos de visión y cómo corregirlos.</p>
<p>Comentarios</p> <p>En una primera aproximación se puede considerar al ojo como una cámara oscura con una pantalla fotosensible y con una lente convergente de potencia variable.</p> <p>De este modo, la luz entra en el ojo a través de una abertura variable, la pupila, y se enfoca mediante el cristalino sobre la retina donde se forma la imagen. Esta contiene diminutas estructuras sensibles denominadas conos y bastones que transmiten la información a lo largo del nervio óptico hasta el cerebro.</p> <p>Entre los defectos visuales más comunes, encontramos el de la miopía en el que el ojo enfoca los objetos lejanos delante de la retina, y el de la hipermetropía, en el que enfoca los objetos próximos detrás de la retina. En ambos casos no hay una correspondencia punto a punto entre objeto e imagen y esta resulta borrosa.</p> <p>En el caso de la miopía este defecto puede corregirse con lentes divergentes, que separen los rayos, y en de la hipermetropía con lentes convergentes que los</p>

hagan converger de modo que la imagen se forme en la retina.

Otra forma de mejorar la visión cuando hay un defecto visual, consiste en mirar a través de un pequeño orificio, tal y como podemos hacer colocando nuestra mano en círculo formando un catalejo.

Para entender el funcionamiento de este proceso, debemos recordar que en la cámara oscura, para que se forme la imagen, no se utiliza ninguna lente, sino que se hace un orificio muy pequeño que permite que a cada punto de la pantalla llegue luz proveniente de un único punto del objeto.

Por ello, al mirar a través de un orificio estamos utilizando un proceso para enfocar semejante al de la cámara oscura. De este modo, se reduce la cantidad de rayos de luz que llegan, puesto que se elimina gran parte de los rayos más periféricos, que son los que más distorsionan la imagen, y así, se consigue obtener una visión más nítida. Esta mejora de la visión mediante este procedimiento es la que ha llevado a la comercialización de gafas reticulares o estenopeicas, en las que en lugar de utilizar una lente, lo que encontramos son multitud de orificios.

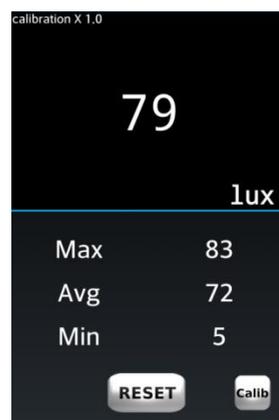
Por otro lado, una forma de averiguar el defecto de visión que tiene una persona es mirando el tamaño de sus ojos a través de las gafas. Las lentes convergentes aumentan estos, mientras que las divergentes los disminuyen.

11 Contaminación lumínica

Midiendo la iluminación ambiental

Actividad 21

¿Qué aparato se utiliza para medir el nivel de iluminación? Busca con el móvil una aplicación gratuita que te permita medirlo.



Material

Smartphone con la aplicación de luxómetro.

Hay multitud de aplicaciones gratuitas de este tipo que pueden utilizarse, como la aplicación llamada Luxómetro (lux meter). Esta aplicación muestra el nivel de iluminación mínimo, medio y máximo del lugar en el que estamos realizando la medición.

Desarrollo

En primer lugar, hay que tener en cuenta que puede ser conveniente calibrar la aplicación mediante la opción de calib que aparece escrita en la pantalla. Para ello necesitaríamos un luxómetro ya calibrado para ir modificando el valor obtenido en nuestro luxómetro hasta que se ajuste al del aparato calibrado.

No obstante y dado que lo que buscamos es realizar una medida aproximada de la iluminación, si no tenemos ningún sensor de referencia para calibrarlo, tampoco será necesario ya que nos servirá la medida aproximada de nuestro luxómetro sin calibrar.

- 1.- ¿En qué unidades se mide el nivel de iluminación?
- 2.- Realiza mediciones de la iluminación en distintos momentos del día: al aire libre, en clase, en la calle por la noche, con la luz apagada antes de irte a dormir...
- 3.- Compara los valores obtenidos, ¿En qué condiciones se ha obtenido el mayor valor? ¿Y el menor?
- 3.- Teniendo en cuenta el valor obtenido del nivel de iluminación en la calle de noche, ¿Crees que es un problema que este valor no sea cero? ¿Por qué?
- 4.- Investiga sobre las repercusiones que tiene el que, por la noche, haya una mala iluminación en la calles.

Profesor

Objetivos

Investigar sobre el nivel de iluminación y las consecuencias que tiene para la sociedad un exceso del mismo mediante la utilización de un luxómetro.

Comentarios

El lux (lx) es la unidad que se utiliza para medir el nivel de iluminación y que, por tanto, es utilizada por el luxómetro.

De día, al aire libre, es cuando obtenemos el mayor nivel de iluminación. En cambio, a la hora de dormir por la noche la iluminación debe ser mínima, ya que esto es necesario para descansar adecuadamente. Por esta razón una medida del luxómetro debería dar un valor cercano a cero, indicando así, un escaso nivel de luz.

Por otro lado, una medida del nivel de iluminación por la calle, de noche, dará valores bastante superiores debido a la gran iluminación que se encuentra en las ciudades. Esta iluminación no es necesariamente un problema si el alumbrado es el adecuado, de modo que ilumina el suelo y evita que escape luz hacia el cielo. No obstante, en muchas ocasiones, el alumbrado es incorrecto e ilumina en gran medida el cielo, lo que genera el fenómeno conocido como contaminación lumínica.

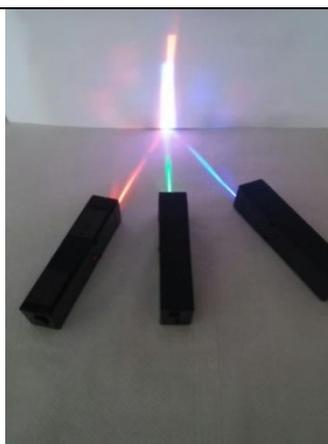
Esta contaminación es la causante de que durante la noche no puedan observarse las estrellas desde las ciudades. Además también provoca disfunciones en el sueño de algunos ciudadanos, es causa de un derroche de dinero y de recursos naturales, e incluso afecta al hábitat animal, al verse alterados los ciclos de diversas especies animales y fundamentalmente, de las aves.

12 La luz y el color

Los colores de la luz blanca

Actividad 22

¿Has visto alguna vez que la luz se descomponga en distintos colores? ¿Por qué crees que pasa esto? ¿Qué procedimiento podríamos utilizar para descomponerla?



Material

Un prisma triangular y otro rectangular
3 Linternas o bien un láser verde, rojo y azul.
Filtros de colores (rojo, verde y azul).
Cinta adhesiva

Desarrollo

Hacemos pasar luz a través del prisma triangular aprovechando la luz solar que entra a la clase o bien la de una linterna en caso de necesitarlo.

- 1.- ¿Qué sucede con la luz que pasa a través del prisma?
- 2.- Repetid la experiencia utilizando el prisma rectangular en esta ocasión. ¿Por qué no se observa lo mismo en este caso?
- 3.- Si quisiéramos realizar la experiencia a la inversa, combinando la menor cantidad de colores de luz, ¿Cuáles habría que combinar para obtener luz blanca? ¿Qué nombre reciben este tipo de colores? ¿Por qué son distintos a los colores pigmento?

Colocar un filtro de un color primario en cada una de las linternas sujetándolo con cinta adhesiva (también podemos utilizar directamente un láser de cada color primario si disponemos de uno).

- 4.- ¿Cómo habría que colocar las linternas para obtener luz blanca? Probar a obtener los otros colores del espectro visible, apuntando hacia la pared las linternas.

Profesor**Objetivos**

Comprender que la luz blanca es consecuencia de la combinación de luces monocromáticas.

Comentarios

Cuando la luz incide en un objeto transparente de caras paralelas como el prisma rectangular, que está sumergido en otro medio como puede ser aire, se produce una doble refracción de tal manera que la desviación que sufre el rayo al entrar y

al salir son contrarias, y al final el rayo que sale es paralelo al incidente.

Sin embargo, en un prisma triangular, las caras no son paralelas y sí se produce una desviación al salir el rayo. Las distintas longitudes de onda que conforman la luz blanca viajan a una velocidad diferente en el prisma, lo que hace que se desvíen una cantidad distinta y se observe una descomposición de la luz.

Por otro lado, si queremos obtener luz blanca, necesitamos combinar los tres colores primarios de la luz, el rojo, el verde y el azul. Para obtener luz blanca, la intensidad de cada una de las luces que combinemos debería ser la misma, por lo que colocaremos las linternas a la misma distancia de la pantalla que utilizemos.

Un aspecto que puede parecer contradictorio a los estudiantes es que estos colores no sean los mismos que los pigmentos primarios (magenta, cyan y amarillo). A este respecto hay que considerar que los pigmentos absorben parte de la luz que les llega, reflejando la luz del color que observamos que tienen, por lo que el funcionamiento es distinto. Si combinas los 3 pigmentos primarios, absorberían toda la luz que les llega y por tanto, obtendríamos negro.

Los colores y la luz

Actividad 23

Como bien sabemos la luz nos permite ver los objetos, pero ¿qué sucede con el color? ¿Hay alguna relación entre el color de estos y la luz que los ilumina? ¿Se te ocurre alguna forma para poder estudiarlo?



Material

Globos blancos

Un rotulador negro

Cámara fotográfica con flash.

Desarrollo

En primer lugar hinchamos hasta estar tenso, el globo blanco que utilizaremos para la experiencia. A continuación, acercamos la cámara con flash al globo y activamos el flash.

1.- ¿Qué sucede?

A continuación con un rotulador negro pinta un lunar de alrededor de 2cm de diámetro. Vuelve a acercar la cámara con flash al lunar negro y actívalo.

2.- ¿Qué sucede? ¿Por qué? ¿Por qué no pasaba esto antes de pintar el globo?

Profesor

Objetivos

Comprender la relación entre el color de los objetos y la luz que los ilumina.

Comentarios

Los colores de los objetos están relacionados con su comportamiento ante la luz que los ilumina. Así, los cuerpos blancos reflejan toda la radiación electromagnética que reciben, mientras que los cuerpos negros, absorben toda la luz que les llega.

De este modo, cuando vemos un objeto iluminado por luz blanca que es de un color concreto, sabemos que está reflejando la luz asociada a la longitud de onda que percibimos y absorbiendo las otras longitudes de onda de la luz que le están llegando.

Considerando la experiencia realizada, cuando el flash ilumina el globo blanco, la luz se refleja, por lo que no le sucede nada al globo. En cambio, cuando pintamos el lunar negro, en esta zona se absorbe toda la radiación incidente por lo que al utilizar el flash se calienta y llega a producirse el consecuente estallido del globo.

Para facilitar que se produzca el estallido, es conveniente inflar mucho el globo a fin de que disminuya la resistencia. Además, es importante la potencia que tenga el flash, puesto que si es poco potente es posible que la experiencia no tenga éxito. No obstante, en caso de que la potencia del flash no sea muy elevada, podemos repetir el destello varias veces hasta hacerlo estallar.

Variaciones y extensiones

Una posible variación a esta experiencia es la de utilizar un láser y globos de diferentes colores, para comprobar en qué casos explotan.

Para poder explotar globos adecuadamente, se recomienda hincharlos hasta estar tensos y utilizar un láser de una potencia de 100mW (sin importar el color) para que el estallido sea instantáneo, aunque con menos potencia (desde 30mW) también es posible conseguirlo apuntando unos segundos.

Se puede observar que los globos que no tienen en su espectro cromático el mismo color que emite el láser, absorben la luz de este y por tanto, explotan.

Es importante señalar, que un láser de esta potencia entraña riesgos severos si no se adoptan las precauciones necesarias. No se debe incidir la luz del láser sobre personas y tampoco mirar fijamente el punto de impacto de radiación, pues la luz reflejada puede ser molesta. Se recomienda, por tanto, que sea el profesor quien utilice el láser y para manipulación continuada que se empleen gafas de protección.

Todo depende del cristal con el que se mire.

Actividad 24

¿Qué sucede con el color de los objetos cuando la luz que los ilumina cambia?
¿Cómo podríamos comprobarlo?



Material

Filtros de luz de diferentes colores

Desarrollo

En primer lugar examinaremos los filtros de colores que vamos a utilizar.

1.- ¿Qué sucede con la luz al pasar a través de los filtros?

A continuación, utilizaremos los filtros de colores para mirar a través de ellos

objetos de diferentes colores.

1.- Si cogemos un filtro de un color primario de la luz (rojo, verde o azul), ¿qué observamos al mirar un objeto del mismo color? ¿Y si es de otro color? Comprobarlo mirando objetos de diferentes colores.

2.- Repetir utilizando un filtro distinto, ¿Qué sucede ahora con los colores?

2.- ¿Qué podemos concluir sobre el color de los objetos?

Profesor

Objetivos

Comprobar que en función de la luz que ilumina los objetos estos se ven de un modo distinto.

Comentarios

Los filtros de luz dejan pasar la luz correspondiente al color que observamos que poseen, pero no las otras longitudes de onda. De este modo, mirar a través de un filtro nos permite comprobar cómo se verían los objetos al iluminarlos con luz de ese color.

Si utilizamos un filtro que corresponda a un color primario de la luz, lo que sucederá es que dejará pasar la luz correspondiente a ese color, pero no la asociada a los otros dos colores primarios. Así un filtro rojo, dejará pasar luz roja, pero no la azul ni la verde.

Este hecho implica que si miramos un objeto que tenga el mismo color, no apreciaremos diferencia, pero si es de un color primario distinto, al no poder pasar la luz lo veremos de color negro. Por tanto, siempre que observemos un objeto de un color distinto al del filtro, se verá alterado el color del objeto, puesto que solo pasará la luz correspondiente al color del filtro.

Esta experiencia nos permite concluir que el color de los objetos no es una cualidad intrínseca como podría pensarse, que algo tenga un color determinado depende de la luz concreta con la que lo miramos, puesto que con otra luz, su color sería distinto.

Variaciones y extensiones

Una variante de esta experiencia, es utilizar, linternas en las que se hayan puesto los filtros de colores para iluminar objetos en una habitación a oscuras.

Esta experiencia también nos permitiría comprobar que el color de los objetos no es una cualidad intrínseca, al ir variando según la luz.

5.3.2 Evaluación de la propuesta didáctica

La evaluación de la propuesta didáctica se realiza en dos centros educativos de la Comunidad Valenciana, siendo uno público y otro concertado. En ambos centros, previamente se solicita la conformidad tanto por la dirección del centro, como por parte del profesorado de Ciencias de la Naturaleza para que nos permitan participar activamente durante en el tema de luz y sonido de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza y así evaluar la unidad didáctica diseñada.

De este modo, se pone a prueba esta propuesta didáctica con una muestra de 167 estudiantes, solo considerando aquellos alumnos que participan tanto en el pre-test como el post-test y de los cuales, se tiene una doble medida que permite comparar y estudiar la evolución de sus actitudes y conocimientos de la materia.

Así pues, la muestra final es de 167 estudiantes de 2º de la ESO de los cuales 88 (52,69%) son chicos y 79 (47,31%) chicas. Además de este alumnado, hay 5 (2,99%) estudiantes que han repetido anteriormente y 1 (0,6%) estudiante que está avanzado de curso.

La propuesta didáctica se desarrolla con estos estudiantes a lo largo de 9 sesiones utilizando una enseñanza por indagación, y más concretamente estructurando la clase en pequeños grupos, lo que favorece el nivel de participación y la creatividad necesaria para la enseñanza por indagación que se plantea en las actividades recreativas.

En la siguiente tabla queda recogida la secuenciación de las actividades recreativas a lo largo de las sesiones. En la primera columna se señala el número de sesión, en la segunda, las actividades realizadas en la sesión correspondiente junto al apartado al que pertenecen. Por último, la tercera columna, muestra las tareas pendientes para casa que hay que abordar y corregir en la siguiente sesión.

Un Mundo Ondulatorio

SESIÓN	CONTENIDO DE LA CLASE	TAREAS DE CASA
1	<p>1.- Las ondas propagación y características.</p> <hr/> <p>A.1.- Los muelles ondulantes.</p> <hr/> <p>2.- Naturaleza y propagación del sonido.</p> <hr/> <p>A.2.- El sonido que se ve.</p> <hr/> <p>A.3.- Teléfono casero: fabricación.</p>	<p>A.3.- Acabar la fabricación del teléfono casero.</p>
2	<p>A.3.- Teléfono casero: experiencia y cuestiones.</p> <hr/> <p>A.4.- Alarma en el vacío.</p> <hr/> <p>A.5.- Partículas de dominó.</p> <hr/> <p>A.6.- Velocidad del sonido: preparación de la experiencia y toma de datos.</p>	<p>A.6.- Determinar la velocidad del sonido a partir de los datos obtenidos y responder a las cuestiones.</p>
3	<p>A.6.- Velocidad del sonido: corrección de resultados y cuestiones.</p> <hr/> <p>3.- Propiedades características del sonido.</p> <hr/> <p>A.7.- La regla musical.</p>	<p>A.8.- Realizar mediciones de la intensidad sonora y búsqueda de información sobre la contaminación acústica.</p>

	<p>4.- Contaminación acústica.</p> <hr/> <p>A.8.- Estudiando la intensidad del sonido: explicación y manejo de la aplicación.</p>
4	<p>A.8.- Estudiando la intensidad del sonido: poner en conjunto los resultados y responder a las cuestiones.</p> <hr/> <p>5.- Naturaleza de la luz y visión de los objetos.</p> <hr/> <p>A.9.- Lo que el ojo no ve.</p> <hr/> <p>A.10.- Luz, ¿visible o invisible?</p>
5	<p>6.- Formación de eclipses, sombras y penumbras.</p> <hr/> <p>A.11.- Los eclipses.</p> <hr/> <p>7.- Formación de imágenes.</p> <hr/> <p>A.12.- Cámara oscura.</p>
6	<p>8.- Reflexión de la luz.</p> <hr/> <p>A.13.- Jugando con espejos planos.</p> <hr/> <p>A.14.- Juguetes con espejos planos.</p> <hr/> <p>A.15.- Laser Maze.</p>
7	<p>A.16.- Jugando con espejos curvos.</p> <hr/> <p>A.17.- Aplicaciones de los espejos curvos.</p> <hr/> <p>9. Refracción de la luz.</p>

	A.18.- La moneda invisible.	
	A.19.- Jugando con lentes.	
8	10. El ojo y sus defectos visuales.	A.21.- Realizar mediciones del nivel de iluminación y búsqueda de información sobre la contaminación lumínica.
	A.20.- ¿Cómo funciona el ojo?	
	11.- Contaminación lumínica.	
	A.21.- Midiendo la iluminación ambiental: explicación y manejo de la aplicación.	
9	A.21.- Midiendo la iluminación ambiental: poner en conjunto los resultados y responder a las cuestiones.	
	12.- La luz y el color	
	A.22.- Los colores de la luz blanca.	
	A.23.- Los colores y la luz	
	A.24.- Todo depende del cristal con el que se mire.	

Tabla 5.8. Secuenciación de las actividades a lo largo de las sesiones.

A fin de poder comparar los resultados obtenidos tras el desarrollo de la propuesta didáctica, se realiza un pre-test, una semana antes de comenzarla. Este consta del cuestionario de actitudes y del cuestionario de aprendizaje que fueron adaptados y diseñados previamente para verificar la segunda hipótesis.

Una vez acabada la unidad didáctica, una semana después, se repite el pase de ambos cuestionarios, habiendo transcurrido 5 semanas desde el primer pase. Los resultados obtenidos en el post-test se comparan con los del pre-test para ver si hay diferencias significativas. De igual modo, tanto en relación a las actitudes como al aprendizaje, se ha considerado oportuno comparar estos resultados con una muestra de control formada por 162 estudiantes.

6. Presentación y análisis de los resultados de la segunda hipótesis

6.1 Evolución de las actitudes de los estudiantes (Pre-test y Post-test)

En este apartado estudiaremos los resultados asociados a las actitudes de los estudiantes que han trabajado la unidad didáctica sobre la ciencia recreativa que se diseñó para el tema de luz y sonido. Compararemos los resultados previos al tratamiento con los obtenidos al finalizar el mismo para ver en qué medida se ha producido un cambio actitudinal.

Cuestión 1

En la tabla 6.1 se recogen las comparaciones entre las puntuaciones de los mismos alumnos antes del tratamiento y después del mismo, para el ítem de interés hacia la ciencia y la tecnología. Se muestran los resultados agrupando todos los alumnos en el grupo denominado total y separándolos por sexo en chicos y chicas para comprobar no solo si se produce una variación del interés hacia las ciencias, sino también si esta es diferente según el sexo.

Grupos	Pre-test		Post-test		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Total	6,78	1,99	7,82	1,32	0,000*	0,40
Chicos	6,87	1,85	7,84	1,31	0,000*	0,40
Chicas	6,68	2,15	7,80	1,34	0,000*	0,41

Tabla 6.1. Interés hacia la ciencia y la tecnología antes y después del tratamiento.

Los resultados de la tabla 6.1 nos muestran que se ha producido un aumento del interés muy importante en los estudiantes tratados utilizando las actividades de ciencia recreativa. Considerando el total de estudiantes, el incremento ha sido de

alrededor de un punto entre pre-test y post-test con un tamaño de efecto con un valor entre medio y grande lo que nos confirma esta gran mejoría.

Además, hay que tener en cuenta que ya de por sí en el pre-test las puntuaciones obtenidas eran bastante positivas por lo que aún tiene más importancia el haber podido lograr un aumento del interés tan elevado con esta metodología. Este aumento del interés vemos que se ha producido tanto en chicos como en chicas por lo que los resultados sugieren que la ciencia recreativa sería válida para incrementar el interés de ambos sexos hacia la ciencia y la tecnología.

Atendiendo, a la comparación de las puntuaciones según el sexo, en la tabla 6.2 se recogen los resultados obtenidos:

Grupos	Chicos		Chicas		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Pre-test	6,87	1,85	6,68	2,15	0,842	0,02
Post-test	7,84	1,31	7,80	1,34	0,939	0,01

Tabla 6.2. Interés hacia la ciencia y la tecnología por sexos.

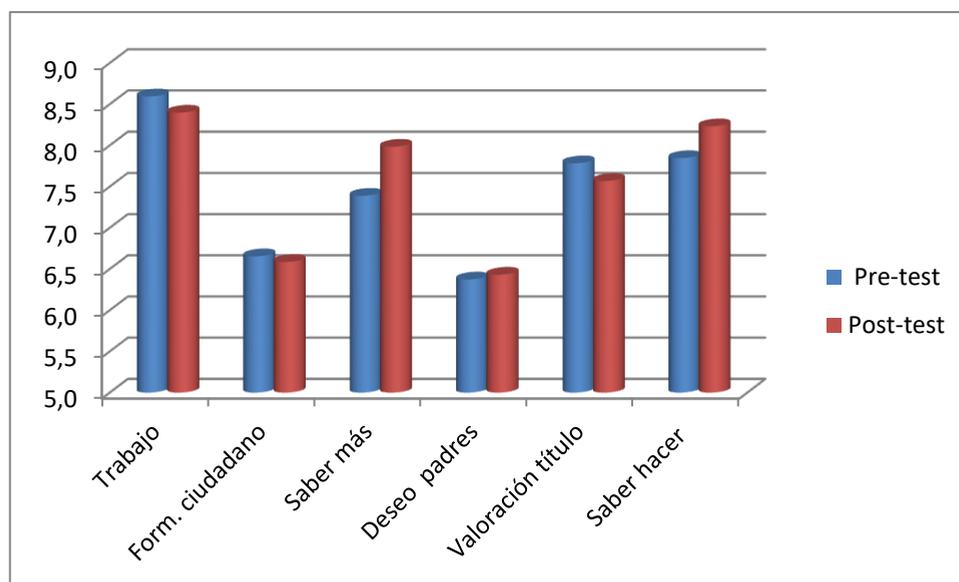
Tanto en el pre-test como en el post-test ambos grupos son equivalentes pues no presentan diferencias significativas y los tamaños de efecto son muy pequeños, por lo que tanto chicos como chicas tienen unas actitudes muy similares. No obstante, sí que observamos, curiosamente, que las puntuaciones tras el tratamiento toman un valor mucho más cercano que las previas al mismo, lo que podría estar sugiriendo que el tratamiento ha ayudado a nivelar ambos grupos al ejercer un efecto un poco superior en el de las chicas que inicialmente estaban algo menos interesadas por la ciencia que los chicos.

Cuestión 2

En esta cuestión se pretende analizar aquellos elementos que influyen en el alumnado, motivándolos para el estudio y ver así si son valores asociados a la motivación intrínseca o extrínseca los que más influyen y cómo han variado estos tras el tratamiento. En la tabla 6.3 se recogen los resultados obtenidos que se han representado en la gráfica 6.1 para una mejor interpretación.

Ítem	Pre-test		Post-test		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Encontrar trabajo.	8,59	1,89	8,40	1,85	0,058	0,10
Formarme como ciudadano	6,65	2,06	6,59	2,09	0,766	0,02
Saber más	7,39	1,87	7,98	1,45	0,000*	0,26
Deseo de los padres	6,37	2,76	6,43	2,41	0,860	0,01
Valoración social del título	7,78	2,30	7,57	2,15	0,102	0,09
Saber hacer cosas	7,85	1,66	8,23	1,53	0,000*	0,22

Tabla 6.3. Estudio de diferentes aspectos motivacionales.



Gráfica 6.1. Estudio de diferentes aspectos motivacionales.

Comparando los resultados entre el pre-test y el post-test resalta el hecho de que hay diferencias significativas en dos de los ítems, *saber más* y *saber hacer cosas*. En ambos casos se ha producido una mejora de las puntuaciones, aunque algo superior en *saber más*, como vemos por el mayor aumento de la media y el mayor tamaño del efecto. En este sentido hay que resaltar que ya en el pre-test

se habían obtenido valores elevados, por lo que aún es más destacable el que se haya producido una mejoría tan significativa.

De este modo, podemos considerar que la motivación intrínseca del alumnado ha aumentado pues han mejorado dos de los tres ítems de esta categoría, y en cuanto al tercero, *formarme como ciudadano*, tiene valores prácticamente iguales.

El tratamiento también parece haber afectado a los ítems asociados a la motivación extrínseca, aunque en este caso no se llegan a obtener diferencias significativas y los tamaños de efecto son pequeños. En cuanto al ítem de *deseo de los padres*, las diferencias entre pre-test y post-test son prácticamente despreciables, pero en cambio en el ítem mejor puntuado de *encontrar trabajo* y en el de *valoración social del título* se ha producido una bajada de dos décimas. De este modo, estamos observando un aparente descenso, aunque leve, de los ítems asociados a la motivación extrínseca, frente a una mejora de la motivación intrínseca de los estudiantes.

Podemos entender esta mejoría de los ítems de motivación intrínseca teniendo en cuenta que al realizar una formación basada en actividades que estimulasen el interés de los estudiantes hacia las ciencias, se ha logrado que den más importancia a aspectos como saber más cosas o saber hacer cosas. De igual modo, al estar más motivados intrínsecamente, es posible que consideren que algunos aspectos extrínsecos ya no son tan importantes para ellos como antes, hecho que justificaría esta leve bajada encontrada en las puntuaciones.

Para poder ver con un mayor detalle esto mismo, en la tabla 6.4 se muestran las medias de los tres ítems asociados a la motivación intrínseca y los otros tres asociados a la motivación extrínseca.

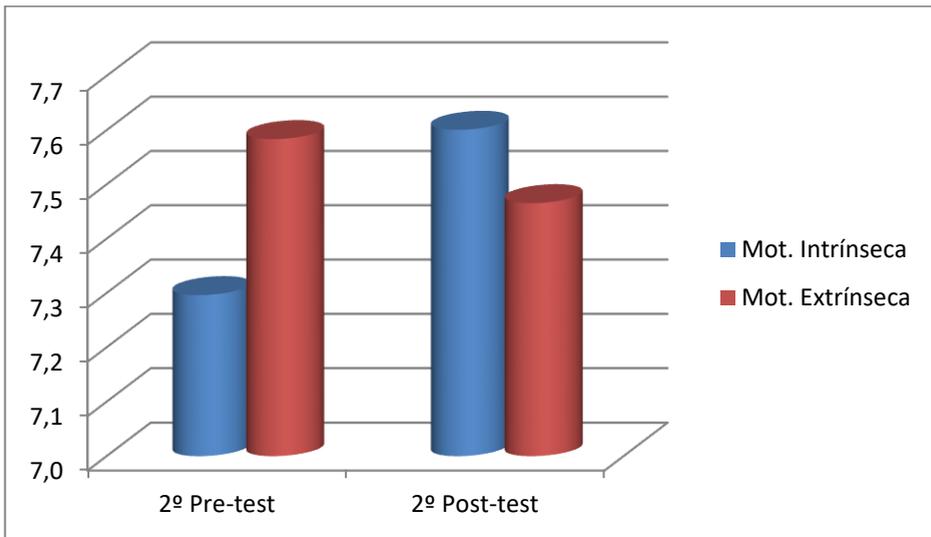
En la tabla 6.4 vemos que se encuentran diferencias significativas en la categoría de motivación intrínseca, lo que concuerda con la mejoría producida en dos de los tres ítems. Estas diferencias significativas se dan tanto en los chicos como en las chicas, habiendo en ambos casos un aumento de la motivación intrínseca.

Grupos	Motivación	Pre-test		Post-test		P Sign. (bl)	r
		Media	D.E.	Media	D.E.		
Total	Intrínseca	7,30	1,36	7,60	1,10	0,000*	0,20
	Extrínseca	7,58	1,68	7,47	1,37	0,074	0,10
Chicos	Intrínseca	7,18	1,40	7,56	1,13	0,003*	0,23
	Extrínseca	7,52	1,77	7,48	1,32	0,485	0,05
Chicas	Intrínseca	7,42	1,30	7,65	1,08	0,038*	0,17
	Extrínseca	7,65	1,57	7,45	1,42	0,064	0,15

Tabla 6.4. Estudio de la motivación intrínseca y extrínseca.

Atendiendo a la motivación extrínseca, no se encuentran diferencias significativas en ninguno de los grupos, aunque sí que se observa un leve descenso de la puntuación, que es sobre todo mayor en el caso de las chicas.

A continuación, se muestran los resultados del total de estudiantes gráficamente, a fin de poder apreciar más claramente los cambios producidos.



Gráfica 6.2. Motivación intrínseca y extrínseca para el total de estudiantes.

En la gráfica 6.2 vemos que se produce una inversión clara del tipo de motivación mayoritario, ya que previamente al tratamiento predominaba la motivación

extrínseca y al terminar el tema de luz y sonido lo hace la motivación intrínseca. Resulta, pues, importante verificar si se distinguen diferencias significativas entre ambos tipos de motivación.

Grupos	Mot. Intrínseca		Mot. Extrínseca		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Pre-test	7,30	1,36	7,58	1,68	0,009*	0,14
Post-test	7,60	1,10	7,47	1,37	0,372	0,05

Tabla 6.5. Comparación de motivación intrínseca y extrínseca.

Antes del tratamiento había diferencias significativas entre los dos tipos de motivación, aunque el tamaño de efecto era pequeño. No obstante, tras el tratamiento ambos tipos de motivación se equiparan y desaparecen estas diferencias significativas. En el post-test ya no predomina la motivación extrínseca, sino que es la intrínseca la que obtiene mejores valores aunque no muy superiores a los de la extrínseca. Es un hecho positivo, pues, el lograr fomentar valores de una motivación intrínseca en la que los estudiantes disfruten aprendiendo en las clases de ciencias y no centren tanto su esfuerzo por las recompensas de los padres o el encontrar un trabajo en un futuro.

Cuestión 4

En la cuestión 4 se solicitaba a los estudiantes que valorasen cinco aspectos (interés, utilidad, diversión, facilidad, práctica) de las asignaturas que estudiaban del 1 al 4 (1 máxima valoración negativa, 4 máxima valoración positiva), intentando siempre evaluar su visión de la asignatura y no del docente que la imparte. En las tablas siguientes se muestran los resultados antes del tratamiento y después del tratamiento.

La primera categoría que puntuaban era el interés hacia las diferentes asignaturas que estudiaban.

Estudio del interés						
Asignaturas	Pre-test		Post-test		P Sign. (b)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Inglés	2,93	0,76	2,94	0,68	0,859	0,01
Ciencias de la Naturaleza	3,26	0,64	3,47	0,58	0,002*	0,17
Matemáticas	2,83	0,76	2,78	0,76	0,364	0,05
Lengua Castellana	2,69	0,76	2,65	0,78	0,409	0,05
Lengua Autonómica	2,10	0,75	2,18	0,70	0,156	0,08
Educación Física	3,17	0,78	3,16	0,72	0,943	0,00
Ciencias Sociales	2,79	0,81	2,69	0,81	0,104	0,09
Música	2,80	0,84	2,86	0,85	0,240	0,06
Ed. para la Ciudadanía	2,34	0,99	2,44	0,96	0,119	0,09

Tabla 6.6. Estudio del interés antes y después del tratamiento.

En este grupo, al igual que en los analizados en la primera hipótesis, la asignatura que los estudiantes consideran más interesante es Ciencias de la Naturaleza. Esta es la única asignatura en la que se han obtenido diferencias significativas entre el pre-test y el post-test, acorde con el hecho de que ha sido la única asignatura en la que se ha aplicado la metodología expuesta anteriormente. En las otras asignaturas hay pequeñas variaciones de las puntuaciones, aunque pueden deberse perfectamente al azar pues en ningún caso hay diferencias significativas y todos los tamaños de efecto asociados son pequeños.

Cabe destacar que, en Ciencias de la Naturaleza, aunque hay diferencias significativas, el tamaño de efecto que tenemos es relativamente pequeño, aunque superior al de las otras materias. No obstante, es razonable que no tome un valor grande pues la situación de Ciencias de la Naturaleza en cuanto al interés era ya realmente buena desde el inicio, con lo cual, aun utilizando una metodología que incrementara el interés del alumnado, la variación que

podríamos esperar sería menor que si este aspecto estuviera mal valorado inicialmente.

En cuanto al segundo ítem considerado, la utilidad, los resultados se muestran en la tabla 6.7.

En este aspecto vemos que las materias de ciencias están muy bien valoradas, ya que en el pre-test en primer lugar se encuentra la asignatura de Inglés seguida de Matemáticas y Ciencias de la Naturaleza. Esto nos indica que el alumnado sí que reconoce la importancia que tienen hoy en día las ciencias en una sociedad en la que es tan necesaria una alfabetización científica de la ciudadanía, a fin de poder opinar sobre las cuestiones socio científicas que nos rodean.

Estudio de la utilidad						
Asignaturas	Pre-test		Post-test		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Inglés	3,75	0,47	3,77	0,48	0,631	0,03
Ciencias de la Naturaleza	3,06	0,68	3,07	0,66	0,564	0,03
Matemáticas	3,42	0,70	3,37	0,69	0,456	0,04
Lengua Castellana	3,05	0,70	3,09	0,73	0,609	0,03
Lengua Autonómica	2,35	0,81	2,37	0,80	0,714	0,02
Educación Física	2,85	0,84	2,77	0,87	0,122	0,08
Ciencias Sociales	2,76	0,84	2,70	0,79	0,318	0,05
Música	2,30	0,81	2,41	0,88	0,075	0,10
Ed. para la Ciudadanía	2,38	1,04	2,48	0,99	0,082	0,10

Tabla 6.7. Estudio de la utilidad antes y después del tratamiento.

Curiosamente no hay ninguna asignatura en la que haya diferencias significativas entre el pre-test y el post-test. Ciencias de la Naturaleza incluso tiene un tamaño del efecto menor que alguna otra materia. En este sentido debemos tener en cuenta que ya inicialmente en el pre-test, Ciencias de la Naturaleza estaba muy bien valorada en cuanto a utilidad y por ello, esto hacía más difícil el que se produjera una mejoría. Muchas de las experiencias y artilugios empleados

durante el tema de luz y sonido mostraban la utilidad de las ciencias, pero es posible que fuera necesario incidir durante un tiempo más prolongado en el alumnado, a fin de lograr un cambio que permitiera mejorar una actitud ya de por sí positiva a esta materia y a las ciencias en general.

El siguiente ítem considerado por el alumnado era el carácter divertido de las diferentes asignaturas. En la tabla 6.8 se muestran los resultados obtenidos.

Estudio del carácter divertido						
Asignaturas	Pre-test		Post-test		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Inglés	2,73	0,86	2,70	0,81	0,666	0,02
Ciencias de la Naturaleza	2,85	0,72	3,24	0,65	0,000*	0,28
Matemáticas	2,55	0,77	2,50	0,81	0,382	0,05
Lengua Castellana	2,39	0,73	2,48	0,75	0,058	0,10
Lengua Autonómica	1,98	0,74	2,03	0,76	0,265	0,06
Educación Física	3,33	0,68	3,25	0,72	0,106	0,09
Ciencias Sociales	2,25	0,81	2,23	0,81	0,707	0,02
Música	2,86	0,88	2,90	0,80	0,312	0,06
Ed. para la Ciudadanía	2,35	0,97	2,46	0,92	0,114	0,09

Tabla 6.8. Estudio del carácter divertido antes y después del tratamiento.

En este ítem ya sí que encontramos diferencias significativas entre el pre-test y post-test de Ciencias de la Naturaleza con un tamaño del efecto medio, lo que indica que la mejoría obtenida ha sido considerable. En las otras materias ha habido pequeñas variaciones, pero mucho menores que en Ciencias de la Naturaleza y en ningún caso con diferencias significativas.

En este aspecto, inicialmente Ciencias de la Naturaleza tiene puntuaciones positivas, superiores al valor neutro, aunque no tan buenas como en los dos ítems anteriores, lo cual ha facilitado el obtener una mejoría más grande. La otra asignatura de ciencias, Matemáticas, está bastante peor valorada por lo que

sería importante que fomentaran el uso de actividades lúdicas como hemos hecho con Ciencias de la Naturaleza.

Resulta también relevante comprobar cómo, aunque inicialmente la materia mejor valorada era Educación Física, con una puntuación mucho mayor que Ciencias de la Naturaleza, en el post-test prácticamente se encuentran igualadas en el primer puesto, lo que demuestra la buena acogida que tiene en el alumnado este tipo de actividades.

En relación a la facilidad con la que son vistas las diferentes asignaturas (tabla 6.9), las materias de ciencias no se encuentran tan bien valoradas como en otros ítems, Matemáticas es vista con una cierta dificultad y Ciencias de la Naturaleza tiene puntuaciones solo moderadamente positivas.

Estudio de la facilidad						
Asignaturas	Pre-test		Post-test		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Inglés	2,59	0,77	2,63	0,72	0,524	0,03
Ciencias de la Naturaleza	2,74	0,62	2,87	0,64	0,024*	0,12
Matemáticas	2,37	0,86	2,36	0,84	0,831	0,01
Lengua Castellana	2,89	0,68	2,89	0,72	0,875	0,01
Lengua Autonómica	2,82	0,84	2,84	0,77	0,615	0,03
Educación Física	3,29	0,70	3,44	0,55	0,007*	0,15
Ciencias Sociales	2,28	0,82	2,24	0,75	0,450	0,04
Música	3,40	0,63	3,49	0,59	0,069	0,10
Ed. para la Ciudadanía	3,38	0,76	3,31	0,77	0,133	0,08

Tabla 6. 9. Estudio de la dificultad antes y después del tratamiento.

Al comparar las puntuaciones entre el pre-test y el post-test, vemos que se ha producido una leve mejoría en Ciencias de la Naturaleza con diferencias significativas, aunque con un tamaño del efecto pequeño. Este hecho lo que nos indica es que con la metodología utilizada se ha logrado implicar más al alumnado hacia la asignatura al fomentar su participación, interés, motivación y

diversión en la misma y consiguiendo así que la materia estudiada pareciera más fácil que antes. La mejoría tampoco ha sido muy elevada como indica el tamaño del efecto pues sigue habiendo conceptos con una mayor complejidad, pero no obstante, mediante esta metodología sí que logramos reducir la dificultad en cierta medida.

Por otro lado, para este ítem se han obtenido también diferencias significativas para la asignatura de Educación Física, aunque obviamente nuestra metodología no incidía directamente en esta materia. Es posible, pues, que durante el desarrollo del tema de luz y sonido, se comenzara algún deporte o actividad en las clases de Educación Física que el alumnado encontrara muy fácil y que justificase esta mejoría.

El último ítem considerado por el alumnado, era el del carácter práctico de las diferentes asignaturas estudiadas. En la tabla 6.10 se recogen los resultados obtenidos.

Estudio del carácter práctico						
Asignaturas	Pre-test		Post-test		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Inglés	2,76	0,82	2,70	0,82	0,294	0,06
Ciencias de la Naturaleza	2,21	0,84	2,96	0,75	0,000*	0,49
Matemáticas	2,91	0,95	2,91	0,90	0,903	0,01
Lengua Castellana	2,40	0,86	2,41	0,84	0,584	0,03
Lengua Autonómica	2,57	0,90	2,47	0,93	0,167	0,08
Educación Física	3,56	0,72	3,52	0,70	0,508	0,04
Ciencias Sociales	1,76	0,85	1,83	0,85	0,226	0,07
Música	3,09	0,71	3,07	0,80	0,952	0,00
Ed. para la Ciudadanía	2,37	0,95	2,39	0,96	0,840	0,01

Tabla 6.10. Estudio del carácter práctico antes y después del tratamiento.

En cuanto al carácter práctico, en el pre-test Ciencias de la Naturaleza era considerada una asignatura teórica como vemos por su mala puntuación,

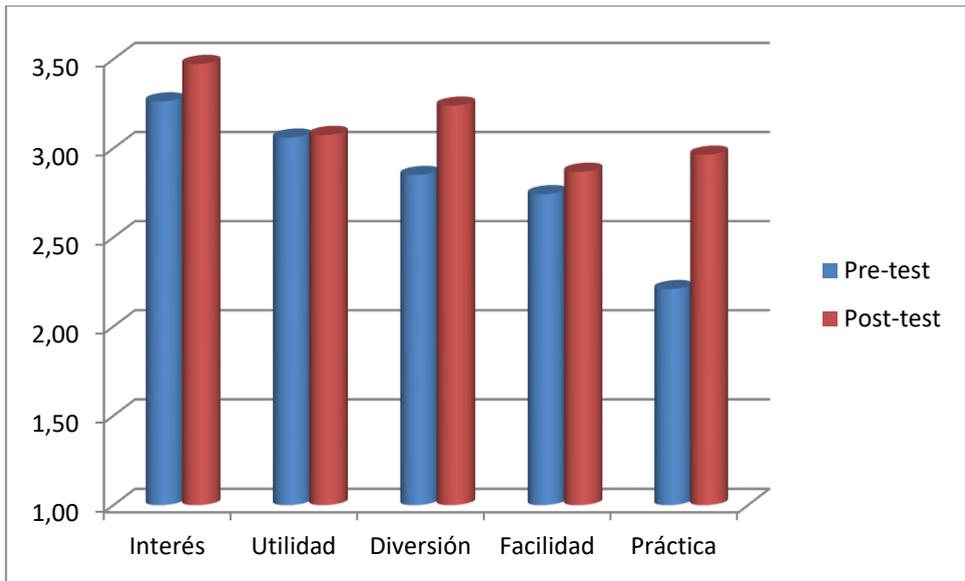
teniendo la segunda peor valoración en esta categoría y solo superada por Ciencias Sociales. Matemáticas en cambio tenía una puntuación bastante buena a diferencia de Ciencias de la Naturaleza.

Al comparar entre el pre-test y el post-test se han obtenido diferencias significativas para Ciencias de la Naturaleza, con un tamaño del efecto grande. Es decir, ha habido una mejoría enorme tras realizar el tema de luz y sonido. En comparación con de otros aspectos en los que ya inicialmente Ciencias de la Naturaleza era bien puntuada y por tanto era difícil obtener una gran mejoría, en este, no se daba el caso. Por ello, al estar considerada como una asignatura teórica, se ha obtenido un gran contraste entre las puntuaciones del alumnado antes de nuestro tratamiento y posterior al mismo. Como vemos, los estudiantes valoran los experimentos y los juegos en las clases de ciencias y con una metodología en la que se utilicen, es posible corregir la opinión errónea de que las ciencias son teóricas.

A modo de resumen de los aspectos analizados en las tablas anteriores, en la tabla 6.11 y la gráfica 6.3 se muestran los resultados obtenidos antes y después del tratamiento para Ciencias de la Naturaleza.

Ciencias de la Naturaleza						
Ítems	Pre-test		Post-test		P Sign. (b)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Interés	3,26	0,64	3,47	0,58	0,002*	0,17
Utilidad	3,06	0,68	3,07	0,66	0,564	0,03
Diversión	2,85	0,72	3,24	0,65	0,000*	0,28
Facilidad	2,74	0,62	2,87	0,64	0,024*	0,12
Práctica	2,21	0,84	2,96	0,75	0,000*	0,49

Tabla 6.11. Actitudes hacia Ciencias de la Naturaleza.



Gráfica 6.3. Actitudes hacia Ciencias de la Naturaleza.

Teniendo en cuenta los cinco aspectos que se evaluaban de Ciencias de la Naturaleza, se han conseguido diferencias significativas con una buena mejoría en cuatro de ellos. Además, destacan la parte práctica de la asignatura y la diversión como aquellos elementos que más se ha logrado mejorar a lo largo del tema. La utilidad es el único aspecto que prácticamente no ha variado y que puede deberse a la necesidad de trabajar con esta metodología un mayor tiempo a fin de que los cambios sean más pronunciados. De todas formas, este ítem ya de por sí tenía una buena valoración por parte del alumnado por lo que tampoco debe preocuparnos el no haber logrado mejorar la opinión de los estudiantes, ya que desde el principio se la consideraba como una asignatura bastante útil.

Estos resultados, que muestran un aumento del interés, de la diversión, la facilidad y la parte práctica, son una prueba más a favor de nuestra hipótesis de que el uso de juegos, juegos y experiencias lúdicas, favorece las actitudes de los estudiantes.

Por último, cabe plantearnos, considerando los cinco aspectos en su conjunto, cómo ha variado la valoración de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza. Por

ello, en la tabla 6.12 se muestra la media de los cinco aspectos para todas las materias antes y después del tratamiento.

Combinación de los 5 aspectos						
Asignaturas	Pre-test		Post-test		P Sign. (b)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Inglés	2,95	0,53	2,95	0,46	0,903	0,01
Ciencias de la Naturaleza	2,83	0,48	3,12	0,41	0,000*	0,38
Matemáticas	2,81	0,56	2,79	0,49	0,446	0,04
Lengua Castellana	2,68	0,49	2,70	0,47	0,459	0,04
Lengua Autonómica	2,36	0,51	2,38	0,48	0,227	0,07
Educación Física	3,24	0,54	3,23	0,45	0,745	0,02
Ciencias Sociales	2,37	0,59	2,34	0,51	0,340	0,05
Música	2,89	0,53	2,95	0,52	0,061	0,10
Ed. para la Ciudadanía	2,57	0,70	2,62	0,63	0,140	0,08

Tabla 6.12. Visión global de las distintas materias.

La única asignatura que al considerar los cinco aspectos presenta diferencias antes y después del tratamiento es Ciencias de la Naturaleza. En esta materia ha habido una gran mejoría y presenta un tamaño de efecto entre medio y grande que nos lo confirma.

Al compararla con las otras materias, inicialmente se encontraba en cuarto puesto, después de Educación Física, Inglés y Música; pero tras el tratamiento ha pasado a un segundo puesto, solo por detrás de Educación Física. De este modo, comprobamos que, aun habiendo una opinión bastante buena de Ciencias de la Naturaleza desde el principio, con la metodología utilizada, se ha logrado conseguir que esta asignatura fuera más valorada.

En vista de que en Ciencias de la Naturaleza se han producido diferencias significativas en diferentes aspectos evaluados, consideramos también relevante comprobar que esta mejoría se haya producido tanto en chicos como en chicas,

por lo que en las tablas 6.13 y 6.14 se muestran los resultados de los cinco aspectos de Ciencias de la Naturaleza según el sexo.

Ciencias de la Naturaleza (Chicos)						
Ítems	Pre-test		Post-test		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Interés	3,35	0,60	3,55	0,54	0,030*	0,16
Utilidad	3,08	0,69	3,08	0,68	0,811	0,02
Diversión	2,92	0,74	3,30	0,60	0,000*	0,28
Facilidad	2,82	0,64	2,91	0,66	0,174	0,10
Práctica	2,17	0,86	2,93	0,79	0,000*	0,51

Tabla 6.13. Actitudes de los chicos hacia Ciencias de la Naturaleza.

Ciencias de la Naturaleza (Chicas)						
Ítems	Pre-test		Post-test		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Interés	3,16	0,67	3,39	0,61	0,024*	0,18
Utilidad	3,04	0,68	3,07	0,64	0,597	0,04
Diversión	2,77	0,70	3,18	0,70	0,000*	0,28
Facilidad	2,66	0,57	2,82	0,62	0,078	0,14
Práctica	2,25	0,83	3,00	0,72	0,000*	0,48

Tabla 6.14. Actitudes de los chicas hacia Ciencias de la Naturaleza.

Comprobamos que, al considerar por separado a los chicos y chicas, seguimos observando que para ambos grupos que se producen diferencias significativas, junto a una mejoría de los ítems de interés, diversión y práctica. En ambos grupos encontramos tamaños de efecto semejantes, lo que nos indica que el efecto del tratamiento ha sido similar para ambos sexos.

Por otro lado, ahora ya no se obtienen diferencias significativas para la facilidad. Hay que tener en cuenta que en este ítem se había producido una mejora leve, por lo que al separar por sexos y reducir el número de estudiantes a comparar, la

variación producida ya no es lo bastante grande como para descartar efectos de azar. De todos modos, comprobamos también que el tamaño de efecto para la facilidad es semejante entre los dos grupos, al igual que para la utilidad, para la que siguen sin haber diferencias significativas. Por tanto, vemos que esta mejora actitudinal se produce de forma semejante para ambos sexos.

Cuestión 3

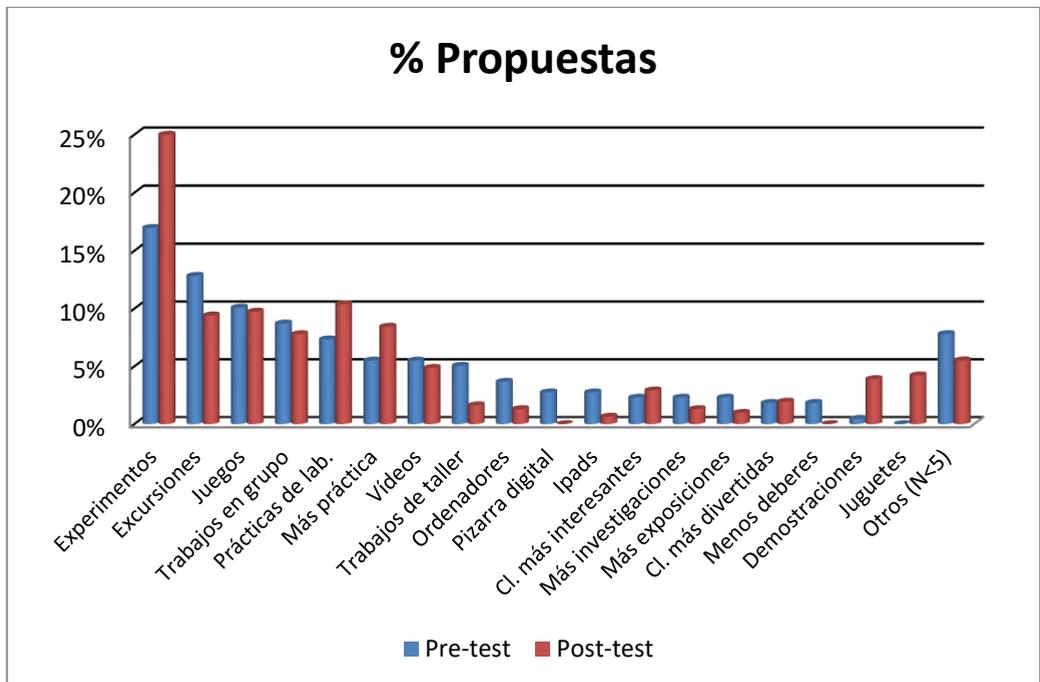
Esta cuestión es una pregunta abierta en la que se pregunta a los estudiantes sobre aquellas actividades que les gusta o gustaría realizar en las asignaturas de ciencias y tecnología para mejorar su interés hacia las mismas. Por tanto, del análisis de los resultados entre el pre-test y el post-test podremos comprobar la opinión de los estudiantes ante las actividades de ciencia recreativa utilizadas en las clases.

Los resultados de esta pregunta abierta están recogidos en la tabla 6.15 de la que, para facilitar la visualización, se ha realizado una representación de los porcentajes obtenidos para cada categoría antes y después del tratamiento en la gráfica 6.4.

PROPUESTAS	Pre-test 2º		Post-test 2º	
	N	%	N	%
Más experimentos	37	16,97	77	25,00
Más excursiones	28	12,84	29	9,42
Más juegos	22	10,09	30	9,74
Trabajos en grupo	19	8,72	24	7,79
Prácticas de laboratorio	16	7,34	32	10,39
Más práctica	12	5,50	26	8,44
Más vídeos	12	5,50	15	4,87
Más proyectos, trabajos de taller	11	5,05	5	1,62
Uso de ordenadores	8	3,67	4	1,30
Uso de pizarra digital	6	2,75	0	0,00
Utilización de Ipads	6	2,75	2	0,65
Clases más interesantes	5	2,29	9	2,92

Más investigaciones	5	2,29	4	1,30
Más exposiciones	5	2,29	3	0,97
Clases más divertidas	4	1,83	6	1,95
Menos ejercicios y deberes	4	1,83	0	0,00
Demostraciones	1	0,46	12	3,90
Juguetes	0	0,00	13	4,22
Otros (N<5)	17	7,80	17	5,52
Total	218	100,00	308	100,00

Tabla 6.15. Propuestas para incrementar el interés.



Gráfica 6.4. Porcentaje de propuestas para incrementar el interés.

Los resultados anteriores muestran que se ha producido un gran incremento de las propuestas orientadas hacia la ciencia recreativa, lo que nos indica que los estudiantes han valorado muy positivamente las actividades realizadas en las clases.

La categoría de los experimentos que comúnmente asocian los alumnos con las experiencias de ciencia recreativa, ha obtenido un incremento en su porcentaje del 16,97% en el pre-test al 25% en el post-test. También, al igual que los experimentos se han incrementado las propuestas de las *prácticas de laboratorio*, pasando del 7,34% al 10,39%, aunque no haya sido una metodología que hayamos utilizado, pues nos centramos principalmente en las experiencias a nivel de clase al estar trabajando fundamentalmente de una forma cualitativa.

También en consonancia al incremento de propuestas de *experimentos*, ha aparecido la categoría similar de *demonstraciones* a realizar en clase referidas a las experiencias demostrativas que se han realizado y que, de una sola propuesta en el pre-test, ha pasado a doce. La categoría de más práctica también ha incrementado su porcentaje de propuestas de un 5,5% a un 8,44%.

Otros ítems asociados a aspectos lúdicos como *clases más interesantes o divertidas* también han tenido un leve incremento de propuestas, al igual que el uso de *juegos* que ha pasado de 22 propuestas a 30, aunque dado el incremento global de todas las propuestas en el post-test, no ha sufrido grandes cambios en porcentaje.

No obstante, sobre todo resulta destacable el ítem de *juguetes* ya que en el pre-test no había ninguna propuesta del mismo. Los estudiantes desconocían cómo podían aplicarse los juguetes o artilugios a las clases de una forma interesante y por lo que vemos, el paso de 0 propuestas de *juguetes* a 17 (4,22%), es un claro ejemplo de una actividad que ha gustado al alumnado y que ahora son ellos mismos los que solicitan que se siga utilizando.

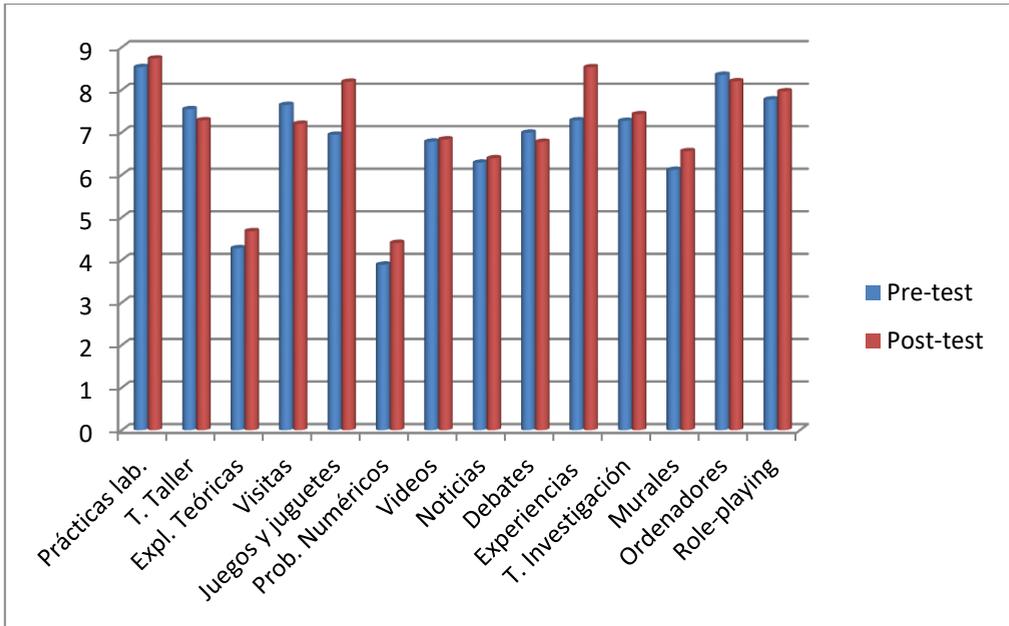
Por último, hay que tener en cuenta que un cambio también importante entre pre-test y post-test ha sido el de la cantidad de propuestas. Este hecho ya lo encontramos con los grupos analizados de 1º-2º y de 2º-3º en los que vimos que al segundo año se reducían considerablemente. No obstante, en este grupo vemos que tras el tema de luz y sonido, la cantidad de propuestas ha aumentado pasando de 218 a 308, es decir, que si en los grupos anteriores su disminución iba relacionada con un alumnado menos motivado, aquí vemos un efecto inverso, con un alumnado más motivado hay una mayor cantidad de propuestas.

Cuestión 5

En esta cuestión se solicitaba a los estudiantes valorar diferentes prácticas metodológicas a fin de ver cuáles eran sus intereses y cómo habían variado tras introducir la ciencia recreativa en las clases. En la tabla 6.16 y la gráfica 6.5 se recogen los resultados obtenidos.

Ítem	Pre-test		Post-test		P Sign. (b)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Prácticas de laboratorio	8,53	1,75	8,73	1,35	0,042*	0,11
Trabajos de taller	7,54	2,11	7,28	2,14	0,044*	0,11
Explicaciones teóricas	4,28	2,72	4,68	2,82	0,019*	0,13
Visitas a fábricas...	7,64	2,36	7,20	2,20	0,000*	0,20
Uso de juegos y juguetes	6,94	2,55	8,19	1,46	0,000*	0,38
Problemas numéricos	3,89	2,70	4,40	2,65	0,005*	0,15
Videos	6,78	2,33	6,83	2,26	0,826	0,01
Comentario de noticias	6,29	2,25	6,39	2,21	0,368	0,05
Tertulias, debates	6,99	2,22	6,78	2,25	0,168	0,08
Experiencias demostrativas	7,28	2,09	8,53	1,26	0,000*	0,45
Trabajos de investigación	7,27	2,30	7,43	2,06	0,348	0,05
Elaboración de murales	6,12	2,56	6,56	2,20	0,003*	0,16
Uso de ordenadores	8,35	1,77	8,20	1,84	0,127	0,08
Role-playing	7,77	2,27	7,96	2,01	0,272	0,06

Tabla 6.16. Valoración de diferentes actividades antes y después del tratamiento.



Gráfica 6.5. Valoración de diferentes actividades antes y después del tratamiento.

Los resultados anteriores muestran que al igual que como vimos con los grupos de 1º-2º y 2º-3º, en este caso también aparece un gran rechazo hacia las explicaciones teóricas y los problemas numéricos, siendo los dos únicos ítems con una puntuación inferior al 5, mientras que las otras, en general, son bien valoradas por los estudiantes.

Al comparar los resultados de pre-test y post-test se han obtenido diferencias significativas en muchos de los ítems propuestos, aunque en general los tamaños de efecto no han sido importantes, sugiriendo por tanto, que en la mayoría de ítems las variaciones producidas han sido pequeñas. Sin embargo, aparecen dos categorías en las que este cambio es mucho más importante, las experiencias y el uso de juegos y juguetes. En ambos casos se produce una gran subida de la media acompañada de un tamaño de efecto importante, mostrando la buena opinión del alumnado hacia estas prácticas.

La categoría favorita tanto en el pre-test como el post-test es la de prácticas de laboratorio, que tiene una puntuación levemente mayor en el post-test. Las experiencias, en cambio, que estaban muy por debajo de las prácticas de laboratorio, prácticamente las igualan en el post-test, ocupando el segundo

puesto. Por debajo de estas, en el post-test se encuentra el uso de ordenadores y prácticamente igualado a este ítem, el uso de juegos y juguetes. Así pues, estos resultados son una prueba más de que la ciencia recreativa interesa a los estudiantes y como hemos visto en la pregunta abierta, incluso llegan a solicitarla ellos mismos.

Por último, cabe plantearnos aquí si en los dos ítems relacionados directamente con la ciencia recreativa (*experiencias demostrativas* y *juegos y juguetes*) se detectan diferencias de género significativas, lo que nos puede indicar si algún aspecto de la ciencia recreativa podría influir de forma más profunda en la actitud de chicos o chicas. Por ello, en la tabla 6.17 y 6.18 se estudian ambos ítems separados según el sexo.

Grupo	Ítems	Pre-test		Post-test		P Sign. (bl)	r
		Media	D.E	Media	D.E		
Chicos	Exp. Demostrativas	7,30	1,93	8,70	1,14	0,000*	0,49
	Juegos y juguetes	7,03	2,73	8,50	1,38	0,000*	0,43
Chicas	Exp. Demostrativas	7,26	2,27	8,34	1,37	0,000*	0,40
	Juegos y juguetes	6,85	2,34	7,84	1,48	0,000*	0,33

Tabla 6.17. Valoración de las actividades de ciencia recreativa según el sexo.

Podemos observar que la opinión positiva con la consecuente mejora en la puntuación se produce tanto para chicos como para chicas. Destaca sobre todo la puntuación de las *experiencias demostrativas*, con mejor puntuación y tamaños de efectos cercanos a un valor grande. El ítem de *juegos y juguetes* también recibe puntuaciones, con un valor cercano a un valor medio para las chicas, y entre un valor medio y grande para los chicos. De este modo, comprobamos que para ambos ítems ha habido buenas puntuaciones con una mejora significativa de las mismas tras la formación, independientemente del sexo considerado.

Grupo	Ítems	Chicos		Chicas		P Sign. (bl)	r
		Media	D.E	Media	D.E		
Pre-test	Exp. Demostrativas	7,30	1,93	7,26	2,27	0,752	0,02
	Juegos y juguetes	7,03	2,73	6,85	2,34	0,368	0,07
Post-test	Exp. Demostrativas	8,70	1,14	8,34	1,37	0,085	0,13
	Juegos y juguetes	8,50	1,38	7,84	1,48	0,005*	0,22

Tabla 6.18. Estudio de las diferencias de género de las actividades de ciencia recreativa.

Los resultados de la tabla 6.18 muestran que inicialmente no se detectan diferencias significativas de género, habiendo una puntuación de chicos para el ítem de *experiencias demostrativas* y para el ítem de *juegos y juguetes* que toma un valor muy próximo al de las chicas, aunque levemente superior, Tras el desarrollo de la unidad didáctica se produce una mejora en las puntuaciones de ambos tipos de ítems mostrando un alto interés de todos los estudiantes hacia la ciencia recreativa, aunque para el ítem de *juegos y juguetes* sí que se detectan diferencias de género significativas. En el caso de los chicos se obtiene una puntuación de 8,50 respecto al 7,84 de las chicas, con un tamaño de efecto con un valor entre pequeño y medio. Este resultado nos puede indicar que aunque para ambos sexos ha habido una actitud altamente positiva, los *juegos y juguetes* pueden haber interesado de una forma un poco superior a los chicos mientras que las *experiencias demostrativas* les han interesado por igual.

6.2 Estudio y comparación de las actitudes del grupo de control

6.2.1 Características del grupo de control

A fin de complementar los resultados anteriores, se ha considerado también en los mismos centros un grupo de control, en el que se ha permitido que el profesorado abordara el tema de luz y sonido con sus dinámicas habituales

basadas fundamentalmente en explicaciones teóricas y en la ausencia de experimentación y ciencia recreativa.

De este modo, en este grupo de control se ha abordado el estudio del tema de luz y sonido de un modo fundamentalmente teórico, aunque se ha buscado que la temporalidad dedicada al tema fuera también de 9 sesiones y que los contenidos básicos también fueran los mismos. Una semana previa al inicio del tema y una posterior al mismo se realizó el pase de los cuestionarios tanto de actitudes como de aprendizaje, ya expuestos para el grupo tratado previamente y habiendo en total un transcurso de 5 semanas entre ambos pases, como ya se hizo para el grupo tratado.

El alumnado que ha conformado este grupo de control proviene de un centro público y otro concertado, siendo la muestra final, tras eliminar los casos en los que no se hubiera obtenido una doble medida del alumnado (pre-test y post-test) de 162 estudiantes, 81 (50%) chicos y 81 (50%) chicas, habiendo 3 estudiantes que hubieran repetido anteriormente (1,85%).

6.2.2 Comparación de las actitudes del grupo tratado con el de control

A la hora de comparar las actitudes del grupo de control y el tratado, se han considerado solo aquellos ítems del cuestionario de actitudes que abordaban los aspectos generales sobre las actitudes hacia las ciencias y también en concreto los referidos a Ciencias de la Naturaleza (CN) por ser la materia en la que se realizó la intervención.

De este modo, se han comparado el interés hacia las ciencias, los 3 aspectos referidos a la motivación intrínseca (formarme como ciudadano, saber más y saber hacer cosas) y los 3 referidos a la motivación extrínseca (encontrar trabajo, deseo de los padres y valoración social del título), junto a sus respectivas medias, y por último, los 5 aspectos evaluados de Ciencias de la Naturaleza junto al valor medio de estos.

Es importante no solo abordar las diferencias que pueda darse entre el grupo tratado y el grupo de control tras haber realizado la intervención, sino también considerar si inicialmente ambos grupos presentan unas características

semejantes. Es por esta razón que en la tabla 6.19 se recogen las puntuaciones de cada grupo antes de la intervención.

Ítems	Tratado pre-test		Control pre-test		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Interés	6,78	1,99	6,82	2,00	0,787	0,01
Encontrar trabajo	8,59	1,89	8,63	1,84	0,749	0,02
Form. ciudadano	6,65	2,06	6,58	2,13	0,680	0,02
Saber más	7,39	1,87	7,29	2,12	0,892	0,01
Deseo padres	6,37	2,76	6,65	2,49	0,582	0,03
Valoración título	7,78	2,30	7,89	2,07	0,931	0,00
Saber hacer	7,85	1,66	7,68	1,68	0,303	0,06
Mot. intrínseca	7,30	1,36	7,18	1,35	0,277	0,06
Mot. extrínseca	7,58	1,68	7,72	1,36	0,742	0,02
CN Interés	3,26	0,64	3,25	0,64	0,891	0,01
CN Utilidad	3,06	0,68	3,17	0,65	0,117	0,09
CN divertida	2,85	0,72	2,93	0,70	0,317	0,06
CN Fácil	2,74	0,62	2,78	0,60	0,483	0,04
CN Práctica	2,21	0,84	2,37	0,83	0,059	0,10
CN media	2,83	0,48	2,90	0,45	0,123	0,09

Tabla 6.19. Comparación con el grupo de control antes de realizar la intervención.

Los resultados anteriores muestran que ambos grupos son muy semejantes en el pre-test, puesto que no se detectan diferencias significativas para ningún ítem. No obstante, podemos observar que el grupo de control presenta valores levemente superiores en relación al interés y también en 4 de los 5 aspectos considerados de Ciencias de la Naturaleza. También en relación a la motivación extrínseca obtiene valores levemente superiores, aunque en la motivación intrínseca sus puntuaciones son inferiores.

De todas formas, las diferencias en las puntuaciones de cada ítem son muy pequeñas, como vemos tanto por la ausencia de diferencias significativas, como el hecho de que prácticamente la totalidad de los tamaños del efecto están por debajo del valor de 0,1 que ya de por sí indica un tamaño del efecto pequeño.

Por este motivo, podemos considerar que en el pre-test ambos grupos son equivalentes en cuanto a sus actitudes hacia las ciencias.

Cabe pues que nos planteemos ahora, si se distancian estos grupos tras el tratamiento, por lo que en la tabla 6.20 se comparan los resultados obtenidos en el post-test.

Ítems	Tratado post-test		Control post-test		P Sign. (b)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Interés	7,82	1,32	6,74	1,96	0,000*	0,24
Encontrar trabajo	8,40	1,85	8,71	1,50	0,499	0,04
Form. ciudadano	6,59	2,09	6,54	2,03	0,808	0,01
Saber más	7,98	1,45	7,35	2,01	0,055	0,11
Deseo padres	6,43	2,41	6,56	2,32	0,890	0,01
Valoración título	7,57	2,15	7,82	1,92	0,131	0,08
Saber hacer	8,23	1,53	7,78	1,50	0,001*	0,19
Mot. intrínseca	7,60	1,10	7,22	1,25	0,025*	0,12
Mot. extrínseca	7,47	1,37	7,70	1,25	0,205	0,07
CN Interés	3,47	0,58	3,22	0,63	0,000*	0,22
CN Utilidad	3,07	0,66	3,09	0,66	0,936	0,00
CN divertida	3,24	0,65	2,97	0,67	0,000*	0,21
CN Fácil	2,87	0,64	2,80	0,58	0,277	0,06
CN Práctica	2,96	0,75	2,27	0,74	0,000*	0,33
CN media	3,12	0,41	2,87	0,44	0,000*	0,26

Tabla 6.20. Comparación con el grupo de control después de realizar la intervención.

A pesar de que inicialmente no se encontraban diferencias entre ambos grupos en el pre-test, tras el tratamiento vemos que se han distanciado en cuanto a sus actitudes hacia las ciencias. De este modo, se detectan diferencias significativas en los ítems genéricos de *interés, saber hacer y motivación intrínseca*; y en los asociados a Ciencias de la Naturaleza de *interés, divertida, práctica*, al igual que en la media de los 5 aspectos evaluados de Ciencias de la Naturaleza. En cambio, referido a la *motivación extrínseca* no se observan diferencias significativas en ninguno de los 3 ítems, por lo que en este aspecto ambos grupos siguen siendo semejantes.

En todos estos casos en los que se obtienen diferencias significativas, las puntuaciones son claramente superiores para el grupo tratado con la unidad didáctica de ciencia recreativa. También considerando los tamaños del efecto, la mayoría de estos toma un valor entre 0,2 y 0,3 lo que nos indica que en muchos de los casos estamos obteniendo un resultado cercano al tamaño del efecto medio de 0,3 e incluso superándolo en el aspecto de la parte práctica de Ciencias de la Naturaleza, en el que se obtiene un valor de 0,33. Estos resultados nos muestran la gran efectividad que tiene la aplicación de la ciencia recreativa y más si tenemos en cuenta que ambos grupos inicialmente, en la mayoría de ítems, presentaban buenas puntuaciones (con la salvedad de la parte práctica de Ciencias de la Naturaleza), y es por esta razón, que aún resultaba más complicado el mejorar unas actitudes ya de por sí positivas en muchos de los aspectos, pero aun así mediante la unidad didáctica basada en la ciencia recreativa se ha logrado mejorar de un modo significativo muchas de estas actitudes hacia las ciencias.

Por otro lado, cabe plantearse también si en el grupo de control se ha producido algún cambio actitudinal significativo entre el pre-test y el post-test, algo a tener también en cuenta para evitar posibles interpretaciones erróneas al comparar el grupo de control y el tratado, puesto que en un principio hemos considerado, que las diferencias encontradas entre ambos grupos se deben fundamentalmente al cambio de actitud del grupo tratado.

Por esta razón, en la tabla 6.21 se recogen los resultados del grupo de control tanto en el pre-test como en el post-test.

Ítems	Control Pre-test		Control post-test		P Sign. (b)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Interés	6,82	2,00	6,74	1,96	0,262	0,06
Encontrar trabajo	8,63	1,84	8,71	1,50	0,369	0,05
Form. ciudadano	6,58	2,13	6,54	2,03	0,233	0,07
Saber más	7,29	2,12	7,35	2,01	0,227	0,07
Deseo padres	6,65	2,49	6,56	2,32	0,080	0,10
Valoración título	7,89	2,07	7,82	1,92	0,071	0,10
Saber hacer	7,68	1,68	7,78	1,50	0,061	0,10
Mot. intrínseca	7,18	1,35	7,22	1,25	0,197	0,07
Mot. extrínseca	7,72	1,36	7,70	1,25	0,117	0,09
CN Interés	3,25	0,64	3,22	0,63	0,214	0,07
CN Utilidad	3,17	0,65	3,09	0,66	0,067	0,10
CN divertida	2,93	0,70	2,97	0,67	0,124	0,09
CN Fácil	2,78	0,60	2,80	0,58	0,596	0,03
CN Práctica	2,37	0,83	2,27	0,74	0,100	0,09
CN media	2,90	0,45	2,87	0,44	0,074	0,10

Tabla 6.21. Evolución de las actitudes en el grupo de control.

Estos resultados muestran que no hay diferencias significativas entre el pre-test y el post-test. Las puntuaciones de los distintos ítems presentan una variación muy leve entre ambos pases y los tamaños de efecto obtenidos son del orden de 0,1 o incluso inferiores en muchos casos, lo que nos indica tamaños de efecto pequeños o incluso triviales según el caso.

Por este motivo, se puede considerar que las actitudes del grupo de control se mantienen prácticamente iguales antes y después de desarrollarse el tema, a diferencia de las del grupo tratado, en el que se ha obtenido una gran mejoría en muchos de los ítems considerados.

Por último es importante destacar, que si bien en un periodo corto de 5 semanas se han mantenido estables las actitudes del grupo de control, con un periodo más largo de tiempo, muy probablemente podríamos detectar un deterioro significativo de las mismas, como ya se observó con los estudiantes de la primera hipótesis al pasar de un curso a otro. Esta es una razón más para evitar conformarnos con que se mantengan estables las actitudes y busquemos cómo mejorarlas, siendo la ciencia recreativa una posible herramienta a utilizar para este fin.

6.3 Estudio del aprendizaje

En este apartado se realizarán distintas pruebas estadísticas al total de los 167 estudiantes que realizaron la unidad didáctica del tema de luz y sonido basada en la ciencia recreativa. Estos resultados nos permitirán comprobar cuál era su situación inicial y en qué grado estas actividades han favorecido el aprendizaje significativo de los estudiantes.

6.3.1 Comparación de las medias globales entre pre-test y post-test

Como ya se ha indicado, el cuestionario tiene doce ítems con categorías distintas, dos de ellos con respuestas correctas e incorrectas (2 y 0), y otros diez con respuestas correctas, parcialmente correctas e incorrectas (2,1 y 0), tal y como se especifica en la tabla 6.22.

Dos categorías 0, 2	Tres categorías 0, 1, 2
Ítem 1 y 7	Ítem 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11 y 12

Tabla 6.22. Categorías según el ítem.

De este modo, la puntuación máxima es 24 y la mínima de 0, pudiendo obtener puntuaciones impares por la categoría de 1 con las respuestas parcialmente correctas.

Para comparar la media global de los grupos pre-test y post-test se utiliza la t de Student o su alternativa no paramétrica.

Por esta razón utilizamos la prueba de Kolmogórov-Smirnov tanto para la muestra del pre-test como del post-test, puesto que solo en el caso de que ambas sigan una distribución normal, podrán utilizarse pruebas paramétricas. De este modo, se obtienen los siguientes resultados:

Variable	D de k-S	P sign. bl	Distribución
Pre-test	0,229	0,000*	No normal
Post-test	0,089	0,003*	No normal

Tabla 6.23. Prueba de Kolmogórov-Smirnov.

Al realizar la prueba como podemos observar en la tabla 6.23, obtenemos un estadístico D de Kolmogorov-Smirnov, junto a una significación asintótica que nos informa de si la distribución es normal o no. Como en ambos casos hay diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), concluimos que la distribución no es normal y por tanto, hay que recurrir a las pruebas no paramétricas.

Y dado que en este caso ambos grupos están relacionados por tratarse de los mismos estudiantes que estamos comparando antes y después de realizar la unidad didáctica, utilizaremos la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon. En la tabla 6.24 se recogen los resultados obtenidos junto a los respectivos tamaños de efecto (r), calculados como ya se indicó en el punto 4.1.2.

Pre-test		Post-test		P sign. bl.	r
Media	D.E	Media	D.E		
1,27	1,66	14,71	6,09	0,000*	0,61

Tabla 6.24. Comparación global del pre-test y post-test.

A partir de los resultados de la tabla anterior, vemos que, en primer lugar, en el pre-test se obtiene una puntuación muy baja, tan solo 1,27 cuando el máximo está en 24, lo que nos indica que en general los estudiantes al comenzar el tema no han sido capaces de responder al cuestionario correctamente, mostrando un conocimiento científico muy bajo sobre la luz y el sonido. En cambio, al acabar el tema y repetir el cuestionario, la media pasa a 14,71 mostrando que gran parte de

los estudiantes ya son capaces de responder a muchas de las preguntas planteadas correctamente.

Además, entre el pre-test y el post-test se detectan diferencias significativas junto a un tamaño del efecto grande, pues supera el valor de referencia de 0,5. De este modo, vemos que se ha producido una gran evolución en el conocimiento de los estudiantes a lo largo del tema.

6.3.2 Influencia del factor género en los resultados globales pre-test y post-test

Aunque tanto para chicos como para chicas la utilización de la ciencia recreativa ha favorecido las actitudes positivas hacia la ciencia, en el apartado 6.1 se comprobó que los chicos puntuaban mejor los ítems de experiencias demostrativas y uso de juegos y juguetes, llegando a haber diferencias estadísticamente significativas para este último. Cabe, pues plantearse si el aprendizaje podría estar condicionado por este hecho y detectarse diferencias de género relevantes. Por este motivo, a continuación, analizaremos las diferencias de género en cuanto a la puntuación global de cada estudiante en el pre-test y post-test utilizando las mismas pruebas que en el apartado anterior al ser las distribuciones no normales (Anexo I).

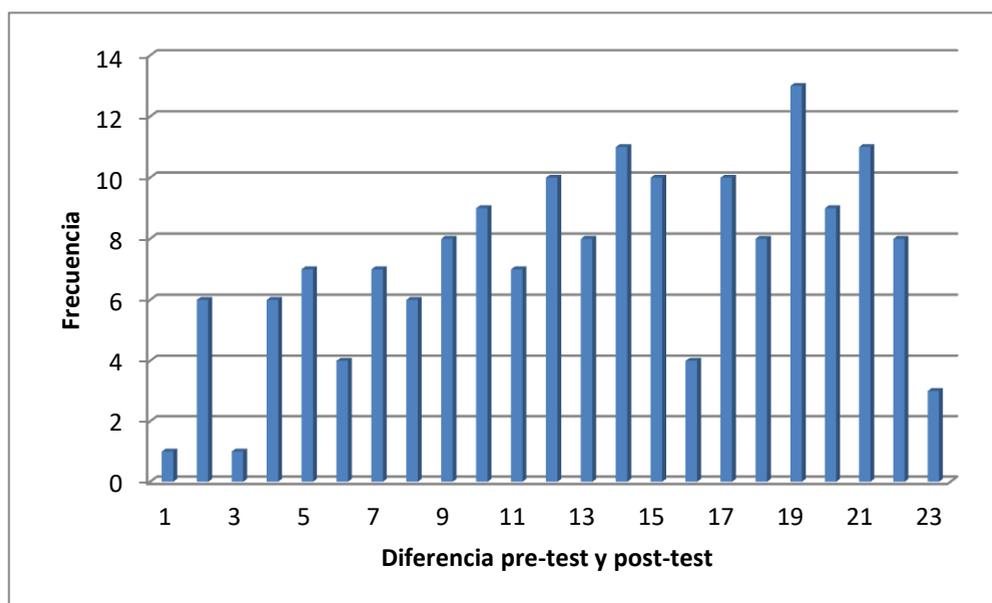
Grupo	Chicos		Chicas		P Sign. (b)	r
	Media	D.E	Media	D.E		
Global Pre-test	1,32	1,51	1,22	1,83	0,414	0,06
Global Post-test	14,57	5,86	14,86	6,38	0,691	0,03

Tabla 6.25. Comparación global del pre-test y post-test.

Los resultados de la tabla 6.25 muestran que la situación de chicos y chicas es muy semejante. En ambos casos se produce una gran mejoría en cuanto a la puntuación global del aprendizaje sin que aparezcan diferencias de género estadísticamente significativas. Por esta razón, a partir de ahora se analizará de forma detallada la evolución de toda la muestra de estudiantes, pero sin realizar distinción de género.

6.3.3 Distribución de la diferencia de respuestas correctas entre pre-test y post-test

Con la finalidad de estudiar la mejora de las puntuaciones globales de los estudiantes se resta a la puntuación del post-test de cada uno, la obtenida en el pre-test. En la gráfica 6.6 se muestra la distribución de frecuencias de esta diferencia.



Gráfica 6.6. Histograma de la diferencia de la puntuación entre pre-test y post-test.

En la gráfica 6.6 observamos para cada diferencia de puntuaciones, la frecuencia asociada, es decir, el número de estudiantes que han obtenido esa diferencia de puntuaciones. Resulta destacable que en ningún caso, se ha producido un empeoramiento, y ni tan siquiera, la puntuación se ha mantenido constante entre el pre-test y el post-test. En su lugar, en todos los casos ha habido un incremento en la puntuación del post-test ya fuera en un grado mayor o menor, lo que es un claro indicio de que todos los estudiantes han mejorado la comprensión que tenían en relación a la luz y el sonido.

Por otra parte, cabe señalar también la gran mejoría que se ha producido para muchos estudiantes, ya que 105 alumnos de los 167 tratados, han incrementado

su puntuación en al menos 12 puntos. Además, la mediana se encuentra en la puntuación de 14 y la moda en el 19 todo lo cual nos muestra que no solo ha aumentado el conocimiento del alumnado, sino que este además lo ha hecho de forma considerable.

6.3.4 Comparación de los resultados en cada ítem

En este apartado teniendo en cuenta las características de nuestras variables, de tipo categórico y emparejadas, estudiaremos si existen diferencias estadísticamente significativas en cada uno de los ítems del pre-test y el post-test, para lo cual utilizaremos algunas pruebas de homogeneidad marginal.

Como ya se comentó previamente los 12 ítems del cuestionario tienen categorías distintas, 2 de ellos, con respuestas correctas o incorrectas (2 y 0) y otros diez, con respuestas correctas, parcialmente correctas e incorrectas (2, 1 y 0). Esta diferencia de categorías, hace que no se pueda aplicar la misma prueba de contraste de homogeneidad marginal para todos. Por esta razón, se utilizará la prueba no paramétrica de McNemar para los ítems de dos categorías, y la prueba no paramétrica de Stuart-Maxwell para los de 3 categorías. Debido a que la prueba de Stuart-Maxwell no aparece aún en el SPSS, estas pruebas serán realizadas utilizando el programa MH diseñado específicamente para estudiar la homogeneidad marginal.

De igual manera a como ya se comentó previamente, es importante no limitarse solo a destacar si hay o no diferencias significativas, sino acompañar también a las mismas de un tamaño del efecto. Dado que tanto la prueba de McNemar como la de Stuart-Maxwell dan un estadístico chi cuadrado (χ^2), es posible utilizar como tamaño del efecto la V de Cramer cuyo valor está comprendido entre 0 y 1 y que se calcula teniendo en cuenta:

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{N \cdot df}}$$

Donde N es el número de observaciones, es decir, la suma del número de muestras de los dos grupos que se comparan y df, que son los grados de libertad, corresponde al número de filas menos uno o de columnas menos 1 de la tabla de contingencia, el que sea menor. (Fritz, C. O.; Morris, P. E.; Richler, J.J.,

2012). Por ello, cuando utilicemos la prueba de McNemar como solo habrá las categorías 0 y 1 para pre-test y post-test, tendremos dos filas y dos columnas y por tanto, $df = 1$, mientras que cuando utilicemos Stuart-Maxwell para una tabla de contingencia de 3×3 , al haber 3 categorías posibles (0,1 y 2) $df=2$.

Para interpretarlo se utilizan una serie de directrices, teniendo en cuenta que la interpretación depende del valor de df . Así pues, se puede interpretar del siguiente modo (Cohen, 1988; Gravetter y Wallnau, 2013):

df	Pequeño	Medio	Grande
1	0,10	0,30	0,50
2	0,07	0,21	0,35
3	0,06	0,17	0,29

Tabla 6.26. Interpretación de la V de Cramer.

Así pues, para una tabla de contingencia de 2×2 , $df=1$ y tendríamos que un valor de $V = 0,1$ sería pequeño, $0,3$ sería medio y $0,5$ grande. Estos valores de referencia como podemos ver irían variando según cambiara el tamaño de la tabla, por lo que para una tabla de 3×3 , $df= 2$ y tendríamos que $V=0,07$ sería un tamaño del efecto pequeño, $0,21$ medio y $0,35$ grande.

En este apartado, además de las diferencias significativas y de los tamaños del efecto, se presentan también las tablas de contingencia puesto que contienen información sobre el número de alumnos que han empeorado o mejorado en cada uno de los ítems.

➤ **Ítem 1: Justifica adecuadamente si en una onda se propaga materia.**

A partir de la tabla de contingencia para el ítem 1, puede observarse que los alumnos que no han sufrido cambios con los datos de la diagonal principal: 50 estudiantes que se habían equivocado en el pre-test, siguen haciéndolo en el post-test y 13 estudiantes que dieron una respuesta correcta en el pre-test, también lo hicieron en el post-test. La tabla de contingencia para el ítem 1 es la siguiente:

ÍTEM 1		POST	
		0	2
PRE	0	50	104
	2	0	13

Tabla 6.27. Tabla de contingencia para el ítem 1.

El triángulo superior derecho de la tabla muestra las mejoras en los estudiantes: entre los que contestaron de forma incorrecta en el pre-test, 104 dieron una respuesta correcta en el post-test.

Por otro lado, el triángulo inferior izquierdo de la tabla muestra las respuestas que empeoraron, que para este ítem en concreto no hubo ningún caso de un estudiante que hubiera acertado y se equivocara en el post-test.

El resultado de la prueba de McNemar para este ítem es que “Sig. Asintótica bl.” = 0,000 y por tanto menor que 0,05 por lo que puede rechazarse la hipótesis nula y concluir que existen diferencias estadísticamente significativas en las respuestas del ítem 1 entre el pre-test y post-test. Además, se obtiene un tamaño de efecto $V = 0,56$ que supera el valor de referencia de 0,05 que corresponde a un tamaño del efecto grande lo que nos muestra que el efecto del tratamiento ha sido considerable.

- **Ítem 2: Explica en cuál de los siguientes medios, el sonido se propagaría más rápido, y en cual peor: hierro, aire, vacío. Justifica tu respuesta.**

La tabla de contingencia para el ítem 2 puede comentarse de igual forma que la anterior, solo que al tener este ítem tres categorías la tabla es de 3x3. En la diagonal principal aparecen los estudiantes que se han mantenido igual: 47 estudiantes que en el pre-test contestaron erróneamente a la pregunta, siguieron haciéndolo en el post-test; 2 estudiantes que dieron una respuesta parcialmente correcta en el pre-test, también lo hicieron en el post-test; y no hubo ningún caso de un estudiante que respondiera correctamente a la pregunta en el pre-test y en el post-test.

ÍTEM 2		POST		
		0	1	2
PRE	0	47	56	58
	1	1	2	3
	2	0	0	0

Tabla 6.28. Tabla de contingencia para el ítem 2.

El triángulo superior derecho como ya comentamos, nos muestra los estudiantes que han mejorado. Entre los que obtuvieron una respuesta incorrecta en el pre-test, 56 consiguieron una respuesta parcialmente correcta en el post-test y 58 una respuesta totalmente correcta; además 3 alumnos mejoraron su respuesta de parcial a totalmente correcta.

El triángulo inferior izquierdo muestras las respuestas que empeoraron, que en este caso solo ha sido un estudiante que ha pasado de una respuesta parcialmente correcta en el pre-test a una incorrecta en el post-test.

El resultado para la prueba de Stuart-Maxwell para este ítem es que “Sign. Asintótica bl.” = 0,000 y por tanto menor que 0,05 por lo que puede rechazarse la hipótesis nula y concluir que existen diferencias estadísticamente significativas en las respuestas del ítem 2 entre pre-test y post-test. Además, se obtiene un tamaño del efecto $V = 0,41$ que supera el valor de referencia para un tamaño grande de 0,35 lo que indica la gran variación que se ha producido en el alumnado.

- **Ítem 3: Si en un concierto están sonando dos violines, pero uno lo hace con una frecuencia mayor, explica qué característica del sonido comparten y en cual se diferencian.**

Para este ítem y los siguientes puede hacerse una lectura de las tablas de contingencia similar a la realizada en los dos ítems anteriores. La tabla de contingencia para el ítem 3 es la siguiente:

ÍTEM 3		POST		
		0	1	2
PRE	0	40	64	57
	1	0	4	2
	2	0	0	0

Tabla 6.29. Tabla de contingencia para el ítem 3.

El resultado para la prueba de Stuart-Maxwell para este ítem es que “Sign. Asintótica bl.” = 0,000 y por tanto menor que 0,05 por lo que puede rechazarse la hipótesis nula y concluir que existen diferencias estadísticamente significativas en las respuestas del ítem 3 entre pre-test y post-test. Además, se obtiene un tamaño del efecto $V = 0,43$ que supera el valor de referencia para un tamaño grande de 0,35 lo que nos muestra que el efecto del tratamiento para este ítem ha sido importante.

- **Ítem 4: Di qué fenómeno se produce actualmente por el que en nuestra vejez perderemos más capacidad auditiva que nuestros abuelos y explica en qué consiste.**

La tabla de contingencia para el ítem 4 es la siguiente:

ÍTEM 4		POST		
		0	1	2
PRE	0	18	30	82
	1	0	6	29
	2	0	0	2

Tabla 6.30. Tabla de contingencia para el ítem 4.

El resultado para la prueba de Stuart-Maxwell para este ítem es que “Sign. Asintótica bl.” = 0,000 y por tanto menor que 0,05 por lo que puede rechazarse la hipótesis nula y concluir que existen diferencias estadísticamente significativas

en las respuestas del ítem 4 entre pre-test y post-test. Además, se obtiene un tamaño del efecto $V = 0,44$ que supera el valor de referencia para un tamaño grande de $0,35$ lo que nos muestra que el efecto del tratamiento para este ítem ha sido importante.

- **Ítem 5: Cita un objeto cuyo funcionamiento se base en las ondas mecánicas, y otro, en las electromagnéticas.**

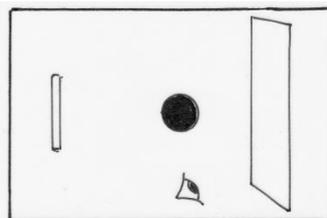
La tabla de contingencia para el ítem 5 es la siguiente:

ÍTEM 5		POST		
		0	1	2
PRE	0	28	36	66
	1	4	7	16
	2	1	0	9

Tabla 6.31. Tabla de contingencia para el ítem 5.

El resultado para la prueba de Stuart-Maxwell para este ítem es que “Sign. Asintótica bl.” = $0,000$ y por tanto menor que $0,05$ por lo que puede rechazarse la hipótesis nula y concluir que existen diferencias estadísticamente significativas en las respuestas del ítem 5 entre pre-test y post-test. Además, se obtiene un tamaño del efecto $V = 0,38$ que supera el valor de referencia para un tamaño grande de $0,35$ lo que nos muestra que el efecto del tratamiento para este ítem ha sido importante.

- **Ítem 6: Un tubo fluorescente está encendido y es la única fuente de iluminación de la habitación. Situamos delante de él una pelota. Dibuja las zonas de sombra y de penumbra y justifícalas acompañando un esquema de rayos de luz.**



La tabla de contingencia para el ítem 6 es la siguiente:

ÍTEM 6		POST		
		0	1	2
PRE	0	61	40	54
	1	1	2	7
	2	0	0	2

Tabla 6.32. Tabla de contingencia para el ítem 6.

El resultado para la prueba de Stuart-Maxwell para este ítem es que “Sign. Asintótica bl.” = 0,000 y por tanto menor que 0,05 por lo que puede rechazarse la hipótesis nula y concluir que existen diferencias estadísticamente significativas en las respuestas del ítem 6 entre pre-test y post-test. Además, se obtiene un tamaño del efecto $V = 0,37$ que supera el valor de referencia para un tamaño grande de 0,35 lo que nos muestra que el efecto del tratamiento para este ítem ha sido importante.

- **Ítem 7: Si colocamos una lámpara frente a una pantalla, ¿se vería su imagen en esta? Justifica tu respuesta.**

La tabla de contingencia para el ítem 7 es la siguiente:

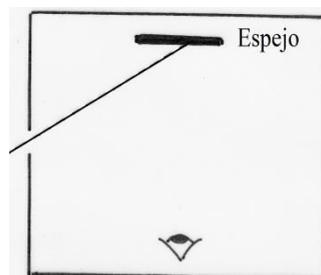
ÍTEM 7		POST	
		0	2
PRE	0	98	69
	2	0	0

Tabla 6.33. Tabla de contingencia para el ítem 7.

El resultado para la prueba de McNemar para este ítem es que “Sign. Asintótica bl.” = 0,000 y por tanto menor que 0,05 por lo que puede rechazarse la hipótesis nula y concluir que existen diferencias estadísticamente significativas en las respuestas del ítem 7 entre pre-test y post-test. Además, se obtiene un tamaño

del efecto $V = 0,45$ que se encuentra entre el valor de referencia para un tamaño del efecto medio $0,3$ y grande $0,5$. Cabe destacar aquí que esta pregunta tenía una dificultad superior para los estudiantes, porque es la única en la que en el pre-test todas las respuestas eran incorrectas, por lo que esto aún hace más importante el haber logrado que 69 estudiantes alcancen una respuesta correcta en el post-test.

- **Ítem 8:** Si iluminamos el espejo de la figura con un único rayo de luz como el que aparece dibujado, justifica si el observador verá el rayo de luz. Dibuja el recorrido que realiza el rayo.



La tabla de contingencia para el ítem 8 es la siguiente:

ÍTEM 8		POST		
		0	1	2
PRE	0	28	73	55
	1	1	6	3
	2	0	0	1

Tabla 6.34. Tabla de contingencia para el ítem 8.

El resultado para la prueba de Stuart-Maxwell para este ítem es que “Sign. Asintótica bl.” = $0,000$ y por tanto menor que $0,05$ por lo que puede rechazarse la hipótesis nula y concluir que existen diferencias estadísticamente significativas en las respuestas del ítem 8 entre pre-test y post-test. Además, se obtiene un tamaño del efecto $V = 0,43$ que supera el valor de referencia para un tamaño grande de $0,35$ lo que nos muestra que el efecto del tratamiento para este ítem ha sido importante.

- **Ítem 9:** Si tuvieras que cocinar utilizando un espejo, explica qué tipo de espejo utilizarías y cómo funcionaría.

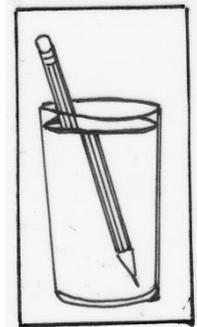
La tabla de contingencia para el ítem 9 es la siguiente:

ÍTEM 9		POST		
		0	1	2
PRE	0	20	59	82
	1	0	2	3
	2	0	0	1

Tabla 6.35. Tabla de contingencia para el ítem 9.

El resultado para la prueba de Stuart-Maxwell para este ítem es que “Sign. Asintótica bl.” = 0,000 y por tanto menor que 0,05 por lo que puede rechazarse la hipótesis nula y concluir que existen diferencias estadísticamente significativas en las respuestas del ítem 9 entre pre-test y post-test. Además, se obtiene un tamaño del efecto $V = 0,46$ que supera el valor de referencia para un tamaño grande de 0,35 lo que nos muestra que el efecto del tratamiento para este ítem ha sido importante.

- **Ítem 10:** Al observar un lápiz introducido en un vaso de agua se observa la imagen de este partida. Di como se llama este fenómeno y explícalo.



La tabla de contingencia para el ítem 10 es la siguiente:

ÍTEM 10		POST		
		0	1	2
PRE	0	31	68	63
	1	0	1	4
	2	0	0	0

Tabla 6.36. Tabla de contingencia para el ítem 10.

El resultado para la prueba de Stuart-Maxwell para este ítem es que “Sign. Asintótica bl.” = 0,000 y por tanto menor que 0,05 por lo que puede rechazarse

la hipótesis nula y concluir que existen diferencias estadísticamente significativas en las respuestas del ítem 10 entre pre-test y post-test. Además, se obtiene un tamaño del efecto $V = 0,44$ que supera el valor de referencia para un tamaño grande de $0,35$ lo que nos muestra que el efecto del tratamiento para este ítem ha sido importante.

- **Ítem 11: ¿Qué lente debería llevar una persona miope para ver bien? Justifica tu respuesta.**

La tabla de contingencia para el ítem 11 es la siguiente:

ÍTEM 11		POST		
		0	1	2
PRE	0	34	71	54
	1	1	3	4
	2	0	0	0

Tabla 6.37. Tabla de contingencia para el ítem 11.

El resultado para la prueba de Stuart-Maxwell para este ítem es que “Sign. Asintótica bl.” = $0,000$ y por tanto menor que $0,05$ por lo que puede rechazarse la hipótesis nula y concluir que existen diferencias estadísticamente significativas en las respuestas del ítem 11 entre pre-test y post-test. Además, se obtiene un tamaño del efecto $V = 0,43$ que supera el valor de referencia para un tamaño grande de $0,35$ lo que nos muestra que el efecto del tratamiento para este ítem ha sido importante.

- **Ítem 12: Si estamos iluminando con luz blanca una pelota, y la vemos de color verde, ¿Qué colores estaría absorbiendo y reflejando? Justifica tu respuesta.**

La tabla de contingencia para el ítem 12 es la siguiente:

ÍTEM 12		POST		
		0	1	2
PRE	0	33	21	89
	1	0	2	4
	2	2	1	15

Tabla 6.38. Tabla de contingencia para el ítem 12.

El resultado para la prueba de Stuart-Maxwell para este ítem es que “Sign. Asintótica bl.” = 0,000 y por tanto menor que 0,05 por lo que puede rechazarse la hipótesis nula y concluir que existen diferencias estadísticamente significativas en las respuestas del ítem 12 entre pre-test y post-test. Además, se obtiene un tamaño del efecto $V = 0,40$ que supera el valor de referencia para un tamaño grande de 0,35 lo que nos muestra que el efecto del tratamiento para este ítem ha sido importante.

Estos resultados quedan recopilados en la tabla 6.39 para una mejor interpretación de los mismos.

ÍTEM	χ^2	P sign. bl.	V de Cramer	df	Interpretación
1	104,00	0,000*	0,56	1	Grande
2	111,54	0,000*	0,41	2	Grande
3	121,12	0,000*	0,43	2	Grande
4	128,50	0,000*	0,44	2	Grande
5	97,94	0,000*	0,38	2	Grande
6	93,23	0,000*	0,37	2	Grande

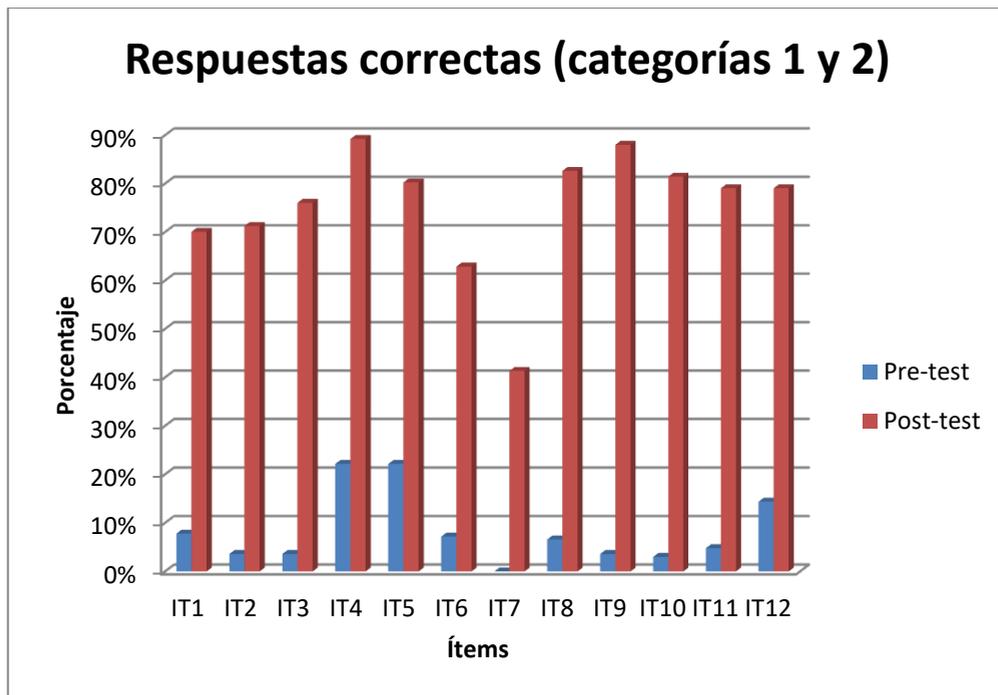
7	69,00	0,000*	0,45	1	Medio
8	125,46	0,000*	0,43	2	Grande
9	141,24	0,000*	0,46	2	Grande
10	131,44	0,000*	0,44	2	Grande
11	122,71	0,000*	0,43	2	Grande
12	104,37	0,000*	0,40	2	Grande

Tabla 6.39. Recopilación de los resultados obtenidos en todos los ítems.

Los resultados anteriores muestran que se han obtenido diferencias significativas en todos los ítems entre pre-test y post-test, con un tamaño del efecto grande en todos los casos, a excepción del ítem 7 con un tamaño del efecto medio, que se encuentra próximo al valor de referencia 0,5 para un tamaño del efecto grande, pero no llega a este valor.

Todos estos resultados, lo que nos indican es que se ha producido una variación muy grande en los conocimientos de los estudiantes entre pre-test y post-test, siendo por tanto, un punto a favor de nuestra hipótesis sobre la utilidad de la ciencia recreativa para fomentar el aprendizaje significativo.

Estos resultados también los podemos visualizar mediante una gráfica que facilita la interpretación de esta mejoría tan elevada que se ha producido en los estudiantes. Para ello, podemos representar el porcentaje sumado de respuestas totalmente correctas y parcialmente correctas obtenido en el post-test y compararlo con el del pre-test. En la gráfica 6.7 se muestra esta representación.



Gráfica 6.7. Porcentaje de respuestas correctas y parcialmente correctas para cada ítem.

En esta gráfica se observa claramente el cambio producido en los estudiantes, que de unos porcentajes realmente bajos, llegan a un porcentaje de 70% u 80% de respuestas correctas o parcialmente correctas en la mayoría de ítems.

Observamos también como hay una cierta relación entre el porcentaje de respuestas correctas para algunos ítems del pre-test con los obtenidos en el post-test, puesto que justamente es el ítem 7, que en el pre-test a diferencia de todos los demás, no alcanza ninguna respuesta correcta, el que peor puntuación recibe en el post-test. Y de igual manera, el ítem 4 que recibe el máximo porcentaje de respuestas correctas o parcialmente correctas en el post-test, también tiene el máximo porcentaje en el pre-test, aunque aquí empatado con el ítem 5.

Cabe pues, continuar ahora con el análisis de los resultados obtenidos atendiendo ya a cada ítem por separado, para estudiar en mayor profundidad las variaciones que se han producido en cada caso.

6.3.5 Descripción detallada por categorías para cada ítem

A continuación, se describe lo que ha sucedido en cada ítem detallando las respuestas según las categorías consideradas. Estas aparecen en la primera columna de las tablas siguientes, la segunda columna contiene la codificación asignada a cada categoría (0, 1 o 2), la tercera, muestra el porcentaje de estudiantes de cada categoría en el pre-test y la cuarta columna el porcentaje de estudiantes del post-test.

➤ **Ítem 1. Justifica adecuadamente si en una onda se propaga materia.**

La tabla 6.40 muestra los resultados obtenidos por los estudiantes en el ítem 1 en los cuestionarios pre-test y post-test.

Categorías	Puntos	PRE	POST
Respuestas correctas	2	7,78	70,06
Respuestas incorrectas	0	38,92	21,56
No contesta	0	53,29	8,38

Tabla 6.40. Porcentaje de estudiantes para cada categoría del ítem 1.

En este ítem, se observa que muy pocos estudiantes en el pre-test, tan solo un 7,78%, son capaces de justificar adecuadamente que en una onda no se propaga materia. En cambio, en el post-test este porcentaje se incrementa de forma muy elevada a un 70,06% mostrando que las distintas experiencias recreativas han permitido que los estudiantes asimilaran que en las ondas hay una propagación de energía, pero no de materia, tal y como vemos en respuestas del tipo: “No se propaga materia, sino energía, la energía que ha producido la perturbación”.

En cuanto al porcentaje de respuestas incorrectas también se observa que se ha reducido entre el pre-test y el post-test pasando de un 38,92 a un 21,56%. En esta categoría principalmente encontramos respuestas de estudiantes que defienden un transporte de materia con frases del tipo “Si, porque cuando se produce una onda en el aire las moléculas se desplazan”. Este tipo de respuestas incorrectas va asociadas a un desconocimiento de la vibración de las partículas para la propagación de la onda, por lo que consideran que es necesario haya un movimiento de la materia del medio para que esta pueda propagarse. Otras

respuestas incorrectas, asocian la energía a la materia para justificar un transporte de esta última con frases como “Sí, porque la onda propaga energía y esta es una propiedad de la materia”. Estas muestran estudiantes que conocen ya que en las ondas hay un transporte de energía, pero no son capaces de concebirlo sin que haya un transporte de materia a su vez. También, encontramos distintas respuestas incorrectas que tratan de justificar que no hay propagación de materia, pero sin un buen fundamento, como “No, porque en una onda solo viaja aire” “No, porque se genera en el aire” “No, porque son invisibles”.

Por último, en la categoría de no contesta vemos que los estudiantes han pasado de ser un 53,29% los que dejaban la pregunta en blanco, a tan solo un 8,38% lo que indica que en general la mayoría han adquirido una confianza suficiente en sus conocimientos para poder dar una respuesta a la pregunta.

- **Item 2. Explica en cuál de los siguientes medios, el sonido se propagaría más rápido, y en cual peor: hierro, aire, vacío. Justifica tu respuesta.**

La tabla 6.41 muestra los resultados obtenidos por los estudiantes en el ítem 2 en los cuestionarios pre-test y post-test según las categorías utilizadas. Para las respuestas parcialmente correctas se han distinguido las 3 posibilidades que se consideraron: aquellas en la que se realizaba una justificación adecuada de cuál era el mejor o el peor medio, pero solo de uno de ellos y aquellas, en las que aunque se citaba el mejor y el peor medio de forma correcta no había justificación del porqué de esta elección.

Categorías	Puntos	PRE%	POST%
Respuestas correctas	2	0,00	36,53
Mejor medio con justificación	1	0,00	4,19
Peor medio con justificación	1	1,80	2,40
Mejor y peor medio sin justificación.	1	1,80	28,14
Respuestas incorrectas	0	74,85	26,35
No contesta	0	21,56	2,40

Tabla 6.41. Porcentaje de estudiantes para cada categoría del ítem 2.

En el pre-test no hay ningún alumno que dé una respuesta completamente correcta a pesar del alto número de estudiantes que responden a la pregunta, pues tan solo un 21,56% no responde a la misma. Este resultado nos muestra que el alumnado siente una seguridad de conocer la respuesta a pesar de no ser así.

Entre las respuestas incorrectas encontramos aquellas que proponen el aire como el mejor medio con frases como *“el aire es el mejor medio porque es el medio principal de propagación del sonido”* o bien *“el aire lo impulsa”*. También encontramos argumentos equivocados para el vacío con frases como *“el mejor medio es el vacío porque el sonido no choca con nada”*. Y de igual modo para el peor medio aparecen argumentos incorrectos como *“el hierro es el peor medio porque frena al sonido”* o bien, *“el vacío es el peor medio porque no hay viento”*.

A pesar de este alto porcentaje de respuestas incorrectas en el pre-test, en el post-test se obtienen resultados muy positivos pues de un 74,85% de respuesta incorrectas en el pre-test, pasamos a solamente un 26,35% en el post-test, muestra de la elevada efectividad de las actividades realizadas en clase. Además, de no haber en el pre-test ninguna respuesta completamente correcta, en el post-test lo hace así el 36,53% dando respuestas como *“Mejor en el hierro porque los átomos están muy juntos y peor en el vacío porque están muy separados y no llega a pasar la onda”*.

En cuanto a las respuestas parcialmente correctas, también se produce un incremento en las distintas categorías y fundamentalmente en aquella en la que indican el mejor y el peor medio, pero no llegan a justificar la elección que pasa de un 1,80% a un 28,14% en el post-test.

Por otro lado, el porcentaje de estudiantes que no contestaba y que ya en el pre-test era pequeño, se hace prácticamente nulo en el post-test al pasar de un 21,56% a tan solo un 2,40%, lo que nos muestra que prácticamente la totalidad de los estudiantes da una respuesta en el post-test.

- **Ítem 3. Si en un concierto están sonando dos violines, pero uno lo hace con una frecuencia mayor, explica que característica del sonido comparten y en cual se diferencian.**

En la tabla 6.42 se recogen los resultados de los estudiantes según las distintas categorías consideradas. Se muestran dos categorías parcialmente correctas,

según si los estudiantes dicen que el tono es la característica que diferencia ambos instrumentos, o bien comentan que la característica compartida es el timbre.

Categorías	Puntos	PRE%	POST%
Respuestas correctas	2	0,00	35,33
Se diferencian en el tono	1	3,59	20,36
Comparten el timbre	1	0,00	20,36
Respuestas incorrectas	0	25,75	12,57
No contesta	0	70,66	11,38

Tabla 6.42. Porcentaje de estudiantes para cada categoría del ítem 3.

Como podemos observar no hay ningún estudiante que acierte ambas características en el pre-test y solo encontramos respuestas parcialmente correctas, un 3,59%, y en relación al tono que diferencia el sonido de ambos instrumentos. Entre las respuestas incorrectas más comunes encontramos frases como “los dos violines suenan” o “los dos violines tocan la misma melodía” en referencia a la característica que comparten los violines. De igual manera en relación a la característica que los diferencia aparecen respuestas como “uno suena más fuerte” o “uno tiene mayor frecuencia”

De este modo, en el pre-test en general los estudiantes desconocen las características del sonido, algo que va acorde a que el 70,66% no de ninguna respuesta. Por el contrario, estos resultados cambian en gran medida en el post-test, en el que solo un 11,38% deja la pregunta en blanco. De igual manera, de no haber ninguna respuesta correcta en el pre-test, ahora responde correctamente el 35,33% de los estudiantes con frases como *comparten el timbre y se diferencian en el tono*”, encontrándose también otras respuestas más elaboradas como “*comparten el timbre porque el instrumento que se utiliza es el mismo y se diferencian en el tono porque el que tiene una frecuencia mayor es más agudo*”.

En relación a las respuestas parcialmente correctas, también se observa un incremento de las mismas, puesto que de no haber ninguna parcialmente correcta en relación al timbre en el pre-test, se obtiene un 20,36% en el post-test,

y de igual forma las respuestas parcialmente correctas en relación al tono, pasan de un 3,59% a un 20,36% mostrando así la mejoría producida en los estudiantes.

- **Ítem 4. Di qué fenómeno se produce actualmente por el que en nuestra vejez perderemos más capacidad auditiva que nuestros abuelos y explica en qué consiste.**

En la tabla 6.43 se recogen los resultados de los estudiantes según las distintas categorías consideradas. Se muestran dos categorías parcialmente correctas, según si los estudiantes utilizan el término de contaminación acústica, o bien, si en su lugar, explican la problemática del exceso de ruido y de los efectos perjudiciales que puede tener a largo plazo para la audición.

Categorías	Puntos	PRE%	POST%
Respuestas correctas	2	1,20	67,66
Utiliza el término de contaminación acústica	1	5,39	7,78
Explica la problemática del exceso de ruido.	1	15,57	13,77
Respuestas incorrectas	0	29,34	5,99
No contesta	0	48,50	4,79

Tabla 6.43. Porcentaje de estudiantes para cada categoría del ítem 4.

En este ítem resulta destacable el alto porcentaje inicial de respuestas parcialmente correctas ya que un 15,57% en el pre-test explican en qué consiste la contaminación acústica, aunque sin citar el término, y un 5,39% lo citan, pero sin acompañarlo de explicación, habiendo un 1,20% de respuestas totalmente correctas. Es una problemática de la que una cantidad considerable de estudiantes ya ha oído hablar quizá por los malos hábitos de salud que poseen muchos estudiantes en relación a escuchar música a un volumen demasiado alto.

De todas formas, sigue habiendo una cantidad muy importante de estudiantes que en el pre-test no son capaces de dar una respuesta, un 48,50% y además hay un 29,34% que dan una respuesta incorrecta. Entre estas respuestas incorrectas encontramos frases como “perdemos capacidad auditiva porque se desgasta el tímpano” “porque envejecemos” e incluso otras como “porque utilizamos

auriculares”. Claramente hay en el pre-test una parte muy elevada del alumnado que desconoce qué es la contaminación y qué consecuencias tiene para la salud.

En el post-test, vemos que el porcentaje de respuestas correctas se incrementa en gran medida, pasando de un 1,20% a un 67,66% encontrando frases como “Se debe a la contaminación acústica producida por los sonidos fuertes que nos desgasta la capacidad auditiva poco a poco”. Las respuestas parcialmente correctas siguen teniendo valores importantes al igual que ya los tenían en el pre-test, así un 7,78% citan el término de contaminación acústica y un 13,77% explican en qué consiste.

En cuanto a las categorías de no contesta y respuestas incorrectas se reducen en gran medida los porcentajes, ya que de un 48,50% que no contestaba en el pre-test, en el post-test pasa a ser solamente un 4,79% y en relación a las respuestas incorrecta, se pasa de un 29,34% en el pre-test a un 5,99% en el post-test, mostrando así, que la mayoría de estudiantes ha alcanzado una buena comprensión de la problemática de la contaminación acústica.

➤ **Ítem 5: Cita un objeto cuyo funcionamiento se base en las ondas mecánicas, y otro, en las electromagnéticas.**

En la tabla 6.44 se recogen los resultados de los estudiantes según las distintas categorías consideradas. Se muestran dos categorías parcialmente correctas, según si los estudiantes citan un objeto cuyo funcionamiento se base en las ondas mecánicas o electromagnéticas. Solo se han considerado como respuestas correctas o parcialmente correctas, cuando además de indicarse los objetos, estos se asociaban a sus respectivas ondas.

Categorías	Puntos	PRE%	POST%
Respuestas correctas	2	5,99	54,49
Ondas mecánicas	1	2,99	7,78
Ondas electromagnéticas	1	13,17	17,96
Respuestas incorrectas	0	23,95	11,38
No contesta	0	53,89	8,38

Tabla 6.44. Porcentaje de estudiantes para cada categoría del ítem 5.

En este ítem se observa una mejora considerable de los resultados entre pre-test y post-test. De un 5,99% de respuestas totalmente correctas se pasa a un 54,49% en el post-test, distinguiéndose también mejoras en las categorías parcialmente correctas. De este modo, de un 2,99% que en el pre-test citan un objeto cuyo funcionamiento se basa en las ondas mecánicas se pasa a 7,78% en el post-test y de igual forma en relación a las ondas electromagnéticas las respuestas parcialmente correctas pasan de 13,17% en el pre-test a un 17,96% en el post-test.

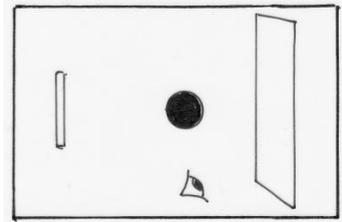
Entre los objetos más comunes que responden los estudiantes, encontramos fundamentalmente objetos musicales en relación a las ondas mecánicas. Se citan así guitarra, tambor, piano, triángulo de música y también aparatos como el mp3, mp4, la radio o los altavoces. Resultan destacables, también, las respuestas en relación a algunos objetos que fueron utilizado a lo largo de las experiencias de ciencia recreativa como fue el caso del diapasón. De no ser citado por ningún estudiante en el pre-test, el 10,78% lo pone de ejemplo para las ondas mecánicas en el post-test. Lo mismo sucede con el teléfono de vasos de yogurt que de no ser citado en el pre-test, en el post-test lo hace el 6,59%.

Algo semejante ocurre con las ondas electromagnéticas, en las que vemos respuestas como el móvil, la lámpara, el microondas o el wifi. En el post-test aparecen nuevas respuestas relacionadas con las experiencias hechas en clase, así el láser que no era citado en el pre-test pasa a serlo por el 4,19% de los estudiantes, y de igual forma, el mando a distancia, pasa del 0,60% al 7,78% en el post-test. De este modo, los estudiantes asocian los instrumentos cotidianos a los distintitos tipos de ondas que estudian y en concreto prestando una atención especial a aquellos utilizados en las experiencias recreativas.

Atendiendo a las respuestas incorrectas, observamos que estas pasan del 23,95% en el pre-test al 11,38% en el post-test. En esta categoría aparecen respuestas de estudiantes que citan algunos objetos, pero no los relacionan con ningún tipo de onda, o bien el objeto en cuestión no presenta una relación con la onda señalada.

En cuanto a la categoría de no contesta, también se observa una reducción pasando del 53,89% en el pre-test al 8,38% en el post-test mostrando que el alumnado posee una mayor confianza a la hora de responder a la cuestión.

- **Ítem 6: Un tubo fluorescente está encendido y es la única fuente de iluminación de la habitación. Situamos delante de él una pelota. Dibuja las zonas de sombra y de penumbra y justifícalas acompañando un esquema de rayos de luz.**



En la tabla 6.45 se recogen los resultados de los estudiantes según las distintas categorías consideradas. Se muestran dos categorías parcialmente correctas, según si los estudiantes han dibujado la zona de sombra con una correcta justificación de rayos pero sin dibujar la de penumbra, o bien si han distinguido la zona de sombra y de penumbra pero no han sabido justificarlas con rayos.

Categorías	Puntos	PRE%	POST%
Respuestas correctas	2	1,20	37,72
Sombra con justificación rayos	1	5,99	13,77
Sombra y penumbra sin justificación de rayos	1	0,00	11,38
Respuestas incorrectas	0	36,53	13,17
No contesta	0	56,29	23,95

Tabla 6.45. Porcentaje de estudiantes para cada categoría del ítem 6.

En este ítem se observa que inicialmente tan solo el 1,20% daban una respuesta totalmente correcta en el pre-test, mientras que este porcentaje aumenta de forma considerable en el post-test llegando a un 37,72%. Estas respuestas totalmente correctas son aquellas que distinguen una zona de sombra, de penumbra y hay una justificación de rayos adecuada, tal y como vemos en la siguiente imagen:

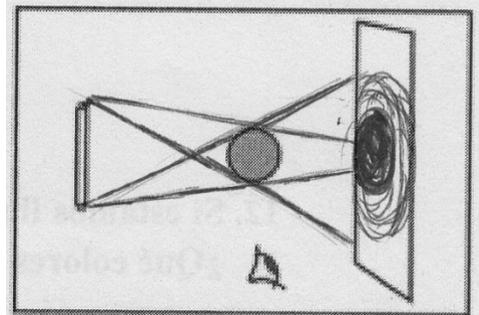
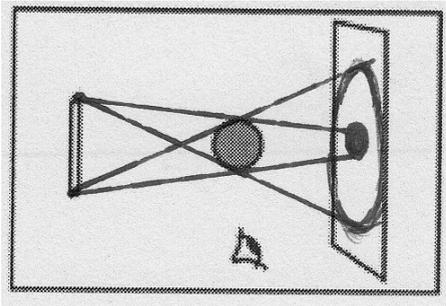


Imagen 6.1. Ejemplo de respuestas totalmente correctas dibujadas por estudiantes. Se distingue la zona de sombra y de penumbra, acompañadas de un esquema de rayos que las justifica.

De igual manera, los porcentajes de las categorías parcialmente correctas han aumentado. Para el caso de los estudiantes que solo dibujan la zona de sombra con rayos, se ha pasado de un 5,99% en el pre-test a un 13,77% en el post-test. En cuanto a los estudiantes que distinguen la zona de sombra y de penumbra, pero sin justificarlo con un esquema de rayos, observamos que mientras que en el pre-test no se detecta ningún caso de este tipo, en el post-test se obtiene este tipo de respuesta parcialmente correcta en el 11,38% de los casos. De este modo, vemos como de haber una cantidad mínima de estudiantes que eran capaces de dibujar la sombra y sobre todo la penumbra, estos porcentajes se elevan en gran medida tras la formación.

Se muestran ejemplos de estas categorías parcialmente correctas en las siguientes imágenes:

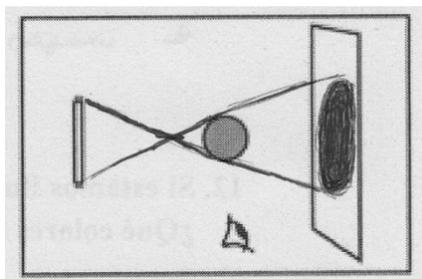
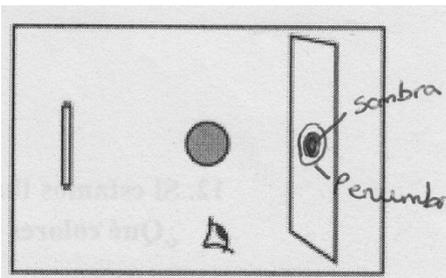


Imagen 6.2. Ejemplos de categorías parcialmente correctas. En la primera puede observarse que se han distinguido las zonas de sombra y penumbra, pero sin esquema de rayos que lo justifique. En la segunda imagen, solo se ha distinguido la zona de sombra, aunque se ha justificado con un esquema de rayos.

Se observa también, que el porcentaje de respuestas incorrectas se reduce pasando de un 36,53% en el pre-test a tan solo un 13,17% en el post-test. Entre las respuestas incorrectas fundamentalmente destacan casos en los que los estudiantes han dibujado rayos, pero han sido incapaces de indicar las zonas de sombra y de penumbra, o bien casos en los que la zona de sombra aparece de forma incorrecta, como delante de la pelota, envolviendo a la misma, o abarcando toda la pantalla.

Por último, el porcentaje de estudiantes que no contesta a la pregunta también se ha reducido pasando de un 56,29% en el pre-test a un 23,95% en el post-test.

➤ **Ítem 7: Si colocamos una lámpara frente a una pantalla, ¿se vería su imagen en esta? Justifica tu respuesta.**

En este ítem las categorías consideradas eran respuesta correcta o incorrecta, sin distinguir categorías intermedias dado el carácter del mismo. En la tabla 6.46 se muestran los resultados obtenidos.

Categorías	Puntos	PRE%	POST%
Respuestas correctas	2	0,00	41,32
Respuestas incorrectas	0	44,31	34,13
No contesta	0	55,69	24,55

Tabla 6.46. Porcentaje de estudiantes para cada categoría del ítem 7.

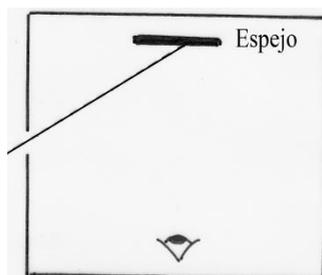
Este ítem conlleva una gran dificultad para los estudiantes, pues inicialmente no se produce ninguna respuesta correcta. Además, este es el único ítem en el que se produce este fenómeno, puesto que, en el resto, inicialmente ya se encontraban respuestas parcialmente correctas o totalmente correctas.

Entre las respuestas incorrectas que dan los estudiantes, encontramos una confusión entre lo que es la sombra y la imagen, habiendo casos en los que aluden de forma incorrecta a que podría verse la sombra de la lámpara sobre la pantalla y por tanto su imagen. Otros estudiantes reconocen que se produce una reflexión de la luz sobre la pantalla y hacen referencia a este hecho tanto para justificar que podría verse la imagen, como para justificar lo contrario. Vemos pues, que el concepto de imagen en óptica es complicado para los estudiantes e inicialmente ninguno tiene claro a lo que refiere o las condiciones que deben

producirse. Tras la formación, el porcentaje de respuestas incorrectas se reduce, pasando de un 44,31% a un 34,13 a pesar del incremento en la participación de los estudiantes para responder, ya que la categoría de no contesta se reduce de un 55,69% a un 24,55%.

Esta gran dificultad que presenta este ítem, hace que sea tan importante que un 41,32% de los estudiantes logre dar una respuesta totalmente correcta en el post-test mostrando que han adquirido el concepto de imagen. Entre estas respuestas correctas, encontramos frases como “No se verá la imagen puesto que llega luz en todas direcciones” o bien “No se verá una imagen porque haría falta una lente para concentrar la luz”.

- **Ítem 8: Si iluminamos el espejo de la figura con un único rayo de luz como el que aparece dibujado, justifica si el observador verá el rayo de luz. Dibuja el recorrido que realiza el rayo.**



En la tabla 6.47 se recogen los resultados obtenidos según las categorías consideradas. Se distinguen dos categorías parcialmente correctas, según si se ha realizado el dibujo correcto de la reflexión del rayo en el espejo, pero la justificación no es adecuada o es insuficiente, o bien, otra categoría en la que aunque no se ha dibujado el rayo de luz que se refleja, sí que se ha justificado correctamente que no podrá verse este.

Categorías	Puntos	PRE%	POST%
Respuestas correctas	2	0,60	35,33
Dibujo correcto	1	5,39	43,71
Justificación correcta sin dibujo	1	0,60	3,59
Respuestas incorrectas	0	14,97	6,59
No contesta	0	78,44	10,78

Tabla 6.47. Porcentaje de estudiantes para cada categoría del ítem 8.

Al comparar los resultados, se observa que tan solo un 0,60% es capaz de dar una respuesta totalmente correcta en el pre-test, en contraste con el 35,33% que lo

logra en el post-test. Estas respuestas no solo van acompañadas de un dibujo correcto del rayo reflejado sino también de una justificación de que no podrá verse con frases como *"el rayo no podrá verse porque no incide en el ojo"* siendo, por tanto, estudiantes que muestran que comprenden el papel pasivo del ojo ante la visión.

Atendiendo a las respuestas parcialmente correctas, se observa también un incremento en los porcentajes entre el pre-test y el post-test pasando en el caso del dibujo correcto del rayo de un 5,39% a un 43,71% y en la justificación de que no podrá verse de un 0,60%, a un 3,59%. Resulta destacable la gran diferencia de porcentajes entre ambos tipos de respuesta parcialmente correcta, observándose que en el post-test un 43,71% realiza el dibujo correctamente, frente a un 3,59% que da una justificación correcta. Podemos interpretar estos resultados como que realizar el dibujo a partir de las leyes de la reflexión en general, es más sencillo que interpretar si podrá o no verse el rayo de luz, por lo que aquellos estudiantes que son capaces de elaborar una justificación correcta, suelen ser capaces también de representar la trayectoria del rayo de luz.

El porcentaje de respuestas incorrectas en general es pequeño, un 14,97% en el pre-test y se reduce en el post-test al pasar a un 6,59%. Estas respuestas fundamentalmente incluyen estudiantes que dan una justificación incorrecta, como aquellos que sostienen que sí podrá verse el rayo de luz, junto a dibujos del mismo incorrectos, destacando fundamentalmente aquellos en los que se dibuja el rayo de luz hacia el ojo, incumpliendo así las leyes de la reflexión.

En cuanto a la categoría de *no contesta* se observa una reducción muy importante del porcentaje, pasando de un 78,44% de estudiantes en el pre-test a tan solo un 10,78% en el post-test que dejan esta cuestión en blanco.

➤ **Ítem 9: Si tuvieras que cocinar utilizando un espejo, explica qué tipo de espejo utilizarías y cómo funcionaría.**

En la tabla 6.48 se recogen los resultados obtenidos según las categorías consideradas. Se distinguen dos categorías parcialmente correctas, según si se ha citado el tipo de espejo pero sin una justificación adecuada, o bien si no se llega a indicar el espejo, pero sí cómo funcionaría este.

Categorías	Puntos	PRE%	POST%
Respuestas correctas	2	0,60	51,50
Tipo de espejo	1	2,40	16,77
Explicación	1	0,60	19,76
Respuestas incorrectas	0	20,36	5,39
No contesta	0	76,05	6,59

Tabla 6.48. Porcentaje de estudiantes para cada categoría del ítem 9.

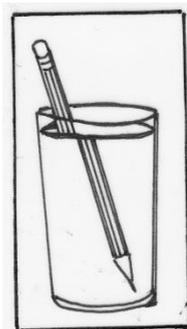
Las diferencias entre el pre-test y el post-test son elevadas puesto que inicialmente la mayoría de estudiantes desconoce la aplicación de los espejos cóncavos para la cocina. De este modo, aunque tan solo un 0,60% logra dar una respuesta totalmente correcta en el pre-test, se pasa a un 51,50% en el post-test. Entre las respuestas correctas encontramos comentarios como *“utilizaría un espejo cóncavo porque permite concentrar los rayos de luz para calentar la comida”*.

En cuanto a las respuestas parcialmente correctas, se pasa de un 2,40% que cita un espejo cóncavo a un 16,77% y en cuanto a los que aportan una explicación, pero sin citar el espejo con frases como *“utilizaría un espejo que permita concentrar los rayos de luz”* se pasa de un 0,60% en el pre-test a un 19,76% en el post-test.

El porcentaje de respuestas incorrectas también se reduce pasando de un 20,36% a un 5,39%. Entre estas encontramos respuestas que tratan de describir el espejo de forma incorrecta como *“un espejo que refleje”*, *“un espejo translúcido para que no empañe”* *“uno de vitrocerámica”* e incluso algunas de estas respuestas incorrectas hacen referencia a la forma del espejo como *“un espejo plano”* o *“un espejo convexo”*.

Por otro lado, también se observa una disminución muy elevada en la categoría de *no contesta*, en la que se pasa de un 76,05% a tan solo un 6,59% mostrando así esta elevada cantidad de estudiantes que cree conocer la respuesta a la pregunta.

Ítem 10: Al observar un lápiz introducido en un vaso de agua se observa la imagen de este partida. Di como se llama este fenómeno y explícalo.



En la tabla 6.49 se recogen los resultados obtenidos según las categorías consideradas. Se distinguen dos categorías parcialmente correctas, según si se ha citado el fenómeno de la refracción, pero sin explicarlo, o bien se ha explicado, pero sin llegar a referirse al mismo como refracción.

Categorías	Puntos	PRE%	POST%
Respuestas correctas	2	0,00	40,12
Cita la refracción	1	1,80	23,95
Explica el fenómeno	1	1,20	17,37
Respuestas incorrectas	0	9,58	5,39
No contesta	0	87,43	13,17

Tabla 6.49. Porcentaje de estudiantes para cada categoría del ítem 10.

Esta es la cuestión menos contestada por los estudiantes en el pre-test puesto que un 87,43% deja la pregunta en blanco mostrando así la dificultad inicial para dar una respuesta a la cuestión planteada. Es destacable, por tanto, que este porcentaje se reduzca de forma tan elevada en el post-test y se pase a solamente un 13,17% de los estudiantes que dejen la pregunta en blanco.

Esta dificultad inicial la observamos también en que en el pre-test no hay ninguna respuesta perfectamente correcta y los porcentajes de las respuestas parcialmente correctas también son pequeños, un 1,80% citan la refracción y un 1,20% da una explicación de la misma, pero sin citar el fenómeno.

Por el contrario, en el post-test, ya encontramos respuestas totalmente correctas en un 40,12% de los casos con frases como “*Se debe a la refracción. Los rayos de luz cambian de velocidad y de dirección al pasar de un medio a otro diferente por lo que vemos la imagen partida*”. Y de la misma forma también se incrementan los casos de respuestas parcialmente correctas, un 23,95% cita la

refracción, aunque sin mayor justificación y un 17,37% llega a explicar la desviación de los rayos, pero sin citar la refracción.

En cuanto a las respuestas incorrectas, muchas confunden la refracción con un fenómeno de reflexión y aparecen frases como “*el agua actúa como espejo*” “*se produce una reflexión en el agua*”, “*el agua crea un reflejo que nos engaña*”, aunque también otros tipos de respuestas incorrectas como “*se debe a la transparencia del agua*” o bien “*el agua distorsiona la imagen*”. Estos porcentajes de respuestas incorrectas, si bien son pequeños, también se reducen entre el pre-test y el post-test, pasando de un 9,58% a un 5,39%.

➤ **Ítem 11: ¿Qué lente debería llevar una persona miope para ver bien? Justifica tu respuesta.**

En la tabla 6.50 se recogen los resultados obtenidos según las categorías consideradas. Se muestran dos categorías parcialmente correctas, según si los estudiantes comentan que el defecto visual de la miopía se soluciona con una lente divergente, pero no aportan una justificación adecuada, o bien si desarrollan una explicación de cómo se soluciona la miopía, pero no son capaces de indicar que se utiliza una lente divergente.

Categorías	Puntos	PRE%	POST%
Respuestas correctas	2	0,00	34,73
Lente	1	3,59	38,92
Explicación	1	1,20	5,39
Respuestas incorrectas	0	25,15	16,77
No contesta	0	70,06	4,19

Tabla 6.50. Porcentaje de estudiantes para cada categoría del ítem 11.

Observamos que inicialmente en el pre-test no se obtiene ninguna respuesta totalmente correcta, mientras que en el post-test se obtiene un porcentaje de un 34,73% mostrando así esta evolución que se ha producido en el conocimiento de los estudiantes. Entre respuestas correctas encontramos explicaciones como “*se utilizaría una lente divergente porque separa los rayos y hace que la imagen se forme en la retina.*”

Respecto a las respuestas parcialmente correctas, en el pre-test un 3,59% de los estudiantes son capaces de indicar la lente convergente, aunque sin justificarlo y un 1,20% de dar una explicación de cómo solucionar este problema visual, pero sin indicar la lente convergente. En el post-test estos porcentajes se incrementan, fundamentalmente el de aquellos que se limitan a citar la lente correcta, puesto que se obtiene un 38,92% que citan la lente y un 5,39 que dan solo una explicación. Podemos interpretar estos resultados como que dar una explicación de cómo se puede solucionar el defecto visual de la miopía en general es más complejo que conocer solamente el tipo de lente, por lo que aquellos estudiantes que son capaces de realizar una justificación de cómo se soluciona la miopía suelen conocer la lente adecuada.

Por otro lado, atendiendo a las respuestas incorrectas, encontramos respuestas de índole genérica como “se solucionaría con unas gafas graduadas” o “con lentillas”, junto a otras que indican una confusión del tipo de lente, quizá por no tener del todo claro qué es la miopía, así encontramos frases como “se utilizaría una lente convergente porque amplía la imagen” o “una lente convergente porque concentra los rayos”. Tras la formación, se produce una reducción del porcentaje de las mismas, pasando del 25,15% al 16,77% que es realmente importante si tenemos en cuenta la elevada disminución en la categoría de no contesta, ya que se pasa de un 70,06% a tan solo un 4,19% en el post-test.

➤ **Ítem 12: Si estamos iluminando con luz blanca una pelota, y la vemos de color verde, ¿Qué colores estaría absorbiendo y reflejando? Justifica tu respuesta.**

En la tabla 6.51 se recogen los resultados obtenidos según las categorías consideradas. Se muestran dos categorías parcialmente correctas para aquellos estudiantes que solo indican correctamente la luz que se absorbe o se refleja, pero no ambas al mismo tiempo.

Categorías	Puntos	PRE%	POST%
Respuestas correctas	2	10,78	64,67
Luz reflejada	1	3,59	11,98
Luz absorbida	1	0,00	2,40
Respuestas incorrectas	0	11,98	8,38
No contesta	0	73,65	12,57

Tabla 6.51. Porcentaje de estudiantes para cada categoría del ítem 12.

Esta es la cuestión en la que mejores resultados se obtienen en el pre-test, puesto que un 10,78% de los estudiantes son capaces de dar una respuesta totalmente correcta, quizá también porque en la asignatura de Educación Plástica y Visual se tratan aspectos relativos al color y la luz lo que puede haber influido en que los estudiantes pudieran dar esta respuesta correcta. No obstante, tras la formación aún conseguimos incrementar más este porcentaje, al pasar a un 64,67% de respuestas totalmente correctas con frases como “*absorbe todos los colores menos el verde, y refleja el verde porque si vemos el verde significa que es el único que no absorbe*”.

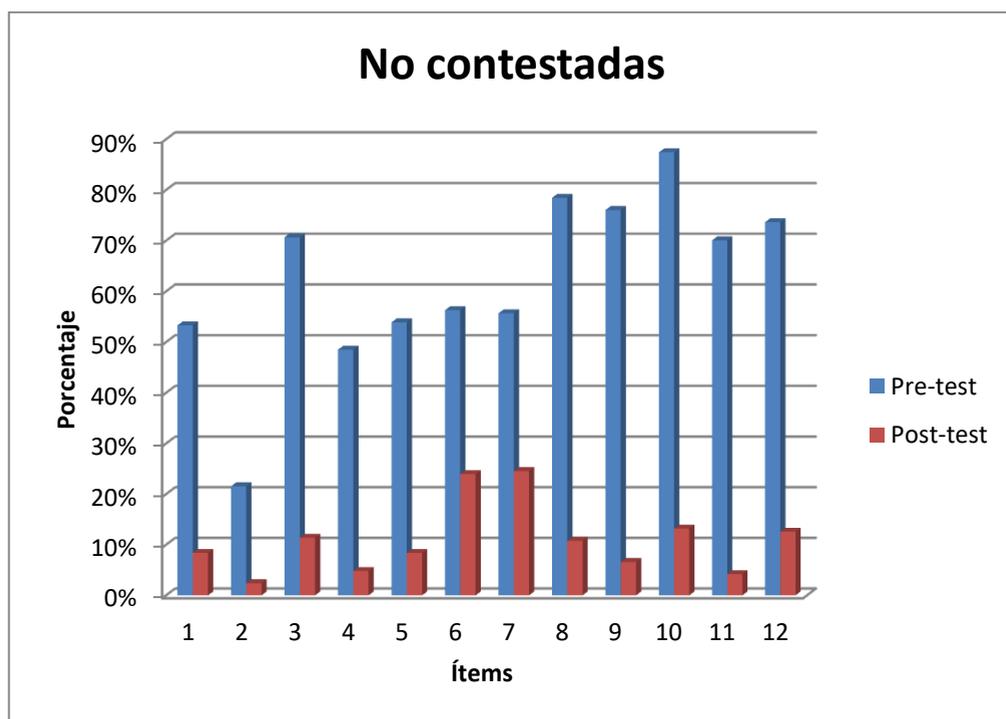
En cuanto a las respuestas parcialmente correctas, se produce un incremento de los porcentajes tras la formación, pasando de un 3,59% a un 11,98% en relación a los estudiantes que comentan que se refleja la luz verde. También, aunque inicialmente no había ningún estudiante que comentara correctamente la luz absorbida sin responder también a la reflejada, en el post-test se da algún caso de este tipo, un 2,40%, con frases como “*estaría absorbiendo todos los colores menos el verde*” que no llegamos a dar completamente como correctas por no referirse también de forma directa a la luz que se reflejaría.

En relación a las respuestas incorrectas, encontramos fundamentalmente casos que indican una confusión entre luz absorbida y reflejada como “*se absorbe el verde y se reflejan los demás*” al igual que otras que indican una confusión relacionada con los colores primarios de los pigmentos como “*se absorbe el rojo y se refleja el azul y el amarillo*”. Las respuestas incorrectas también se reducen pasando de un 11,98% en el pre-test a un 8,38% en el post-test a pesar del elevado

incremento de participación del alumnado a la hora de responder, puesto que la categoría de no contesta de un 73,65% baja a un 12,57%.

6.3.6 Porcentaje en la categoría no contesta

Como comentario final de la comparación entre pre-test y post-test se muestra en la gráfica 6.8 los porcentajes de estudiantes que dejaron cada uno de los ítems por contestar.



Gráfica 6.8. Porcentaje de estudiantes que dejaron los ítems sin contestar.

Esta gráfica mide en cierta forma la confianza que tiene el estudiante al enfrentarse a cada uno de los ítems. Se observa, como ya se ha ido viendo individualmente para cada ítem, que este grado de confianza ha aumentado en gran medida para todos ellos.

En el pre-test es destacable la confianza para responder el ítem 2 sobre el mejor medio de propagación del sonido, si bien con respuestas mayoritariamente

incorrectas, mientras que todos los demás ítems tienen altos porcentajes de respuestas en blanco.

En cambio, en el post-test estos porcentajes de ítems sin contestar, se reducen de forma elevada en todos los casos, aunque en las preguntas que resultan ser de índole más compleja para los estudiantes, como el ítem 6 sobre la formación de sombras y penumbras y el ítem 7 sobre la formación de imágenes, se observan porcentajes de respuestas sin contestar superiores.

Por último, resulta destacable como en algunos de los ítems, fundamentalmente en el ítem 2 sobre el mejor medio de propagación del sonido, el ítem 5 de la contaminación acústica y el ítem 11 sobre las lentes y los defectos visuales, se alcanzan valores mínimos de respuestas en blanco, lo que nos muestra el elevado grado de confianza que han alcanzado los estudiantes en estas cuestiones.

6.3.7 Comparación con el grupo de control

A fin de complementar los resultados anteriores y de igual forma a cómo ya se realizó en el estudio de las actitudes, se ha utilizado el mismo grupo de control, formado por los 162 estudiantes con los que ya se trabajó previamente, para comparar los resultados antes y después de haberseles impartido el tema de luz y sonido.

6.3.7.1. Estudio del pre-test entre el grupo control y el tratado

Como ya vimos anteriormente a nivel actitudinal, entre el grupo control y el tratado no había diferencias significativas antes de realizar la intervención, cabe pues plantearse ahora si en cuanto a su conocimiento del tema de luz y sonido, su punto de partida es semejante o existen diferencias a tener en cuenta entre ambos grupos.

En la tabla 6.52 se recoge la comparación de la media de las puntuaciones obtenidas por los estudiantes antes del desarrollo del tema utilizando la prueba de U Mann-Whitney al no estar relacionadas y no seguir una distribución normal.

Tratado		Control		P sign. bl.	r
Media	D.E	Media	D.E		
1,27	1,66	1,25	1,61	0,843	0,01

Tabla 6.52. Puntuación media obtenida antes de la formación.

Al comparar ambos vemos que se ha obtenido una media de las puntuaciones muy próxima, sin que aparezcan diferencias significativas y el tamaño de efecto asociado sea muy pequeño. En un principio ambos grupos presentan un conocimiento inicial de la materia semejante, aunque puede ser conveniente comparar las distintas cuestiones por separado a fin de comprobar si en algún aspecto concreto sí que aparece alguna diferencia relevante a tener en cuenta.

Para realizar esta comparación de cada ítem se han tenido en cuenta las características de nuestras variables, de tipo categórico y no emparejadas, por lo que para comprobar la existencia de diferencias significativas se ha utilizado la prueba de χ^2 de Pearson. Un aspecto relevante a tener en cuenta en la utilización de esta prueba es que las frecuencias esperadas en cada categoría deben ser mayores que 5 para poder asegurar que los resultados sean fiables. Sin embargo, dado que en varios de los ítems se han encontrado antes del desarrollo del tema muy pocas respuestas totalmente correctas, se violaba este requisito, por lo que para evitarlo se han considerado agrupadas las categorías de respuesta parcialmente correcta y totalmente correcta.

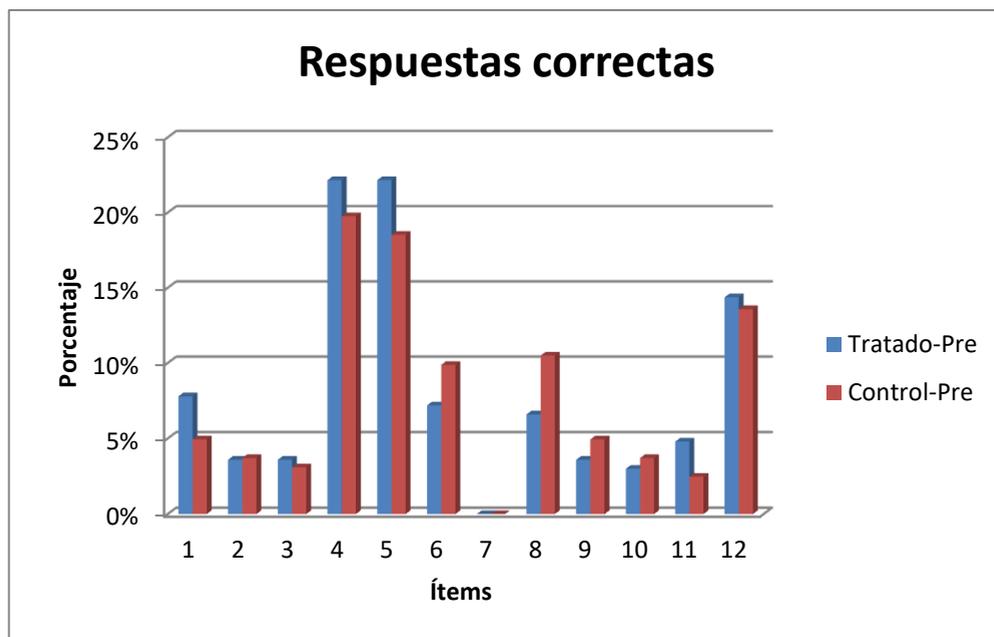
Además, estos resultados se acompañan del tamaño de efecto V de Cramer, ya utilizado previamente con la comparación en el aprendizaje entre pre-test y post-test. En este caso dado que al realizar la prueba de χ^2 de Pearson, se utilizan tablas de contingencia de solo dos columnas, grupo control y grupo tratado, $df=1$, por lo que se puede interpretar que un valor del tamaño de efecto de 0,1 es pequeño, 0,3 medio y 0,5 grande. Ambas pruebas, tanto el test de χ^2 de Pearson, como el cálculo de la V de Cramer asociado se han realizado utilizando el programa SPSS cuyos resultados pueden verse en la tabla 6.53.

Ítems	Categorías	Tratado-Pre	Control-Pre	χ^2	P sign. bl.	V
		N(167)	N(162)			
1	Correctas	13	8	1,12	0,291	0,06
	Incorrectas	154	154			
2	Correctas	6	6	0,00	0,957	0,00
	Incorrectas	161	156			
3	Correctas	6	5	0,07	0,798	0,01
	Incorrectas	161	157			
4	Correctas	37	32	0,29	0,593	0,03
	Incorrectas	130	130			
5	Correctas	37	30	0,67	0,413	0,05
	Incorrectas	130	132			
6	Correctas	12	16	0,77	0,382	0,05
	Incorrectas	155	146			
7	Correctas	0	0	0,00	1	0,00
	Incorrectas	167	162			
8	Correctas	11	17	1,61	0,204	0,07
	Incorrectas	156	145			
9	Correctas	6	8	0,37	0,546	0,03
	Incorrectas	161	154			
10	Correctas	5	6	0,13	0,720	0,02
	Incorrectas	162	156			
11	Correctas	8	4	1,26	0,262	0,06
	Incorrectas	159	158			
12	Correctas	24	22	0,04	0,836	0,01
	Incorrectas	143	140			

Tabla 6.53. Comparación de cada ítem en el pre-test de grupo tratado y de control.

En la comparación de ambos grupos no se han encontrado diferencias significativas en ninguno de los ítems y todos los tamaños de efecto son muy

pequeños. De este modo, los grupos son equivalentes para todos los ítems y en especial para el ítem 7 del que ninguno de los grupos ha sido capaz de dar una respuesta correcta. Dado que la cantidad de estudiantes en cada grupo es distinta, conviene también considerar para una mejor comparación, el porcentaje de respuestas correctas que se muestra en la gráfica 6.9.



Gráfica 6.9. Porcentaje de respuestas correctas en el pre-test de cada grupo.

En la gráfica anterior se observa que los porcentajes de cada grupo son muy semejantes, habiendo leves diferencias entre el grupo tratado y de control para cada ítem. Se observa también como inicialmente para ambos grupos son los ítems 4, 5 y 12 aquellos que poseen un mayor porcentaje de respuestas correctas. De este modo, ambos grupos tienen un conocimiento previo, especialmente de los aspectos relacionados con la contaminación acústica, los objetos que utilizan ondas mecánicas y electromagnéticas y la reflexión y absorción de la luz. El resto de ítems tienen porcentajes en general bajos y destacando el ítem 7 en el que no se encuentran respuestas correctas para ningún grupo.

6.3.7.2. Estudio del post-test entre el grupo control y el tratado

Dado que inicialmente ambos grupos son muy semejantes, cabe plantearse si tras la formación, el grupo tratado se diferenciará en cuanto a su conocimiento de la materia respecto al grupo de control.

Cabe pues, comenzar con la comparación en la tabla 6.54 de la puntuación media obtenida tras la formación para cada uno de los grupos.

Tratado-Post		Control-Post		P sign. bl.	r
Media	D.E	Media	D.E		
14,71	6,09	6,86	4,40	0,000*	0,59

Tabla 6.54. Puntuación media obtenida después de la formación.

La media del grupo tratado tras la formación alcanza un valor muy superior respecto al grupo de control. Además, se detectan diferencias significativas junto a un tamaño del efecto grande que nos muestran que, si bien inicialmente ambos grupos eran semejantes, tras la formación se produce un distanciamiento en sus conocimientos, con unos mejores resultados en el grupo tratado. En vista de estos resultados encontrados a nivel general, resulta ahora relevante considerar cada ítem por separado para ver en más detalle las posibles diferencias que puedan ir apareciendo.

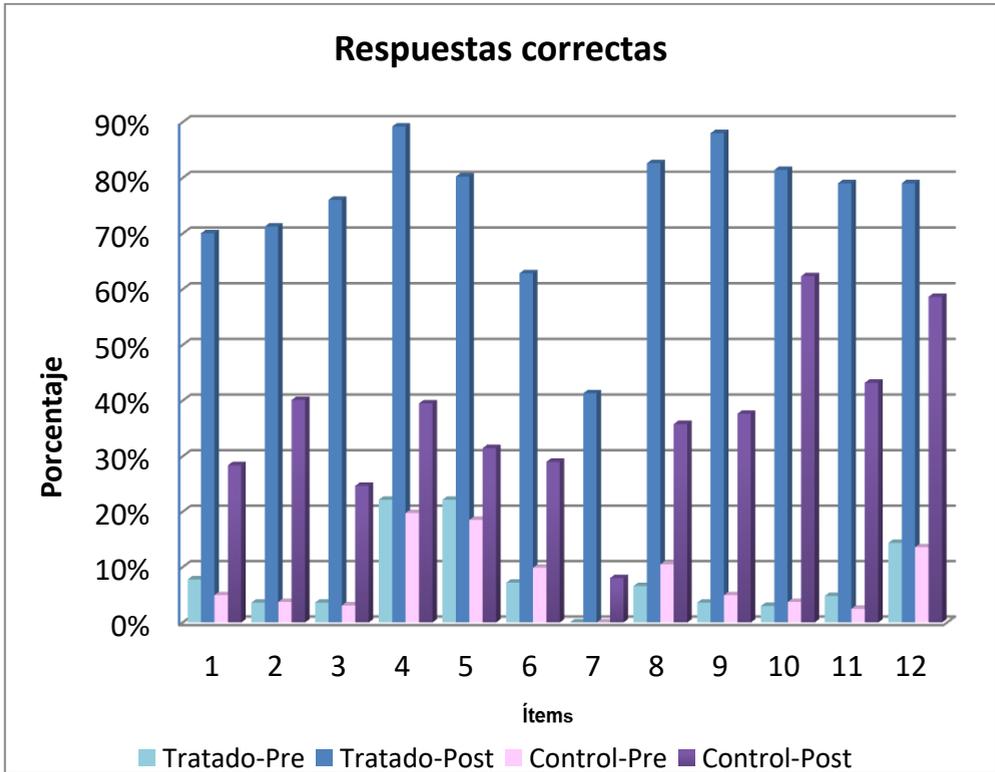
Los resultados obtenidos muestran que se han producido diferencias significativas entre los grupos en los distintos ítems y con unos mejores resultados para los estudiantes tratados con la ciencia recreativa. Además, los tamaños de efecto toman un valor medio o grande para la mayoría de ítems, dando muestra del distanciamiento que se ha producido entre ambos grupos. Tan solo en los ítems 10 y 12 se produce un distanciamiento menor, con tamaños de efecto pequeños, aunque se siguen detectando diferencias estadísticamente significativas.

Ítems	Categorías	Tratado -Post	Control -Post	χ^2	P	V	Interpreta -ción
		N(167)	N(162)				
1	2	117	46	57,11	0,00*	0,42	Medio
	0	50	116				
2	2	61	30	32,74	0,00*	0,32	Medio
	1	58	35				
	0	48	97				
3	2	59	16	87,15	0,00*	0,51	Grande
	1	68	24				
	0	40	122				
4	2	113	43	90,48	0,00*	0,52	Grande
	1	36	21				
	0	18	98				
5	2	91	24	84,89	0,00*	0,51	Grande
	1	43	27				
	0	33	111				
6	2	63	19	42,21	0,00*	0,36	Medio
	1	42	28				
	0	62	115				
7	2	69	13	48,71	0,00*	0,38	Medio
	0	98	149				
8	2	59	31	76,46	0,00*	0,48	Medio
	1	79	27				
	0	29	104				
9	2	86	27	92,65	0,00*	0,53	Grande
	1	61	34				
	0	20	101				
10	2	67	41	16,60	0,00*	0,22	Pequeño
	1	69	60				

	0	31	61				
11	2	58	27	45,04	0,00*	0,37	Medio
	1	74	43				
	0	35	92				
12	2	108	84	17,80	0,00*	0,23	Pequeño
	1	24	11				
	0	35	67				

Tabla 6.55. Comparación de cada ítem en el post-test de grupo tratado y de control.

De un modo gráfico, los resultados anteriores para cada grupo pueden mostrarse en la gráfica 6.10 para compararlos con los obtenidos en el pre-test. Para una mejor comparación se muestran las respuestas totalmente correctas y parcialmente correctas agrupadas en la gráfica.



Gráfica 6.10. Porcentaje de respuestas correctas antes y después de la formación.

En la gráfica anterior se observan los resultados tan positivos que se obtienen con la utilización de la ciencia recreativa. En todos los casos el grupo tratado con la ciencia recreativa toma valores significativamente superiores al grupo de control, aunque también se observa una bajada en el porcentaje de aciertos en alguna cuestión de mayor dificultad para los estudiantes como el ítem 6 sobre la formación de sombras y penumbras, y principalmente el ítem 7 asociado a la formación de imágenes.

Al comparar con el grupo de control se observa también la gran dificultad para responder correctamente al ítem 7, incluso tras la formación tradicional en este tema, habiendo una cantidad muy pequeña de estudiantes que logra dar una respuesta correcta en el post-test. Por esta razón, los resultados del grupo de control respecto a la formación de imágenes son muy negativos e indican que es necesario abordar la enseñanza de una forma distinta a la tradicional.

Otro aspecto relevante que se observa en la escasa mejoría del grupo de control en los ítems 4 y 5 al comparar respecto a su pre-test y a diferencia del grupo tratado. El ítem 4 en concreto está asociado a la contaminación acústica mientras que el 5, que pregunta sobre objetos cuyo funcionamiento se base en ondas mecánicas o electromagnéticas, busca comprobar si se conoce la relación ciencia y la tecnología que utilizamos diariamente. Estos dos ítems son los que mejores valores toman inicialmente, por lo que resulta muy destacable que el grupo de control prácticamente no mejore sus resultados, lo que puede ser debido a no prestar la debida importancia a la relación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente.

En cuanto al ítem 10 sobre la refracción y al ítem 12 sobre la reflexión y absorción de la luz, se observa un porcentaje de aciertos más próximo entre el grupo de control y el tratado, con porcentajes elevados en ambos casos, aunque se sigue comprobando que una enseñanza basada en la ciencia recreativa obtiene mejores resultados de una forma significativa.

Así pues, la ciencia recreativa resulta mucho más efectiva que una enseñanza tradicional, puesto que no solo logra alcanzar mejores resultados en cuanto al conocimiento de los estudiantes, sino que va asociada a una mejora actitudinal significativa y permite acercar la ciencia a los estudiantes, de un modo que conozcan la relación entre la ciencia y el mundo en que vivimos.

6.4 Profesores en formación

6.4.1 Muestra del profesorado

Se ha buscado que el profesorado participante para esta investigación conociera la herramienta de la ciencia recreativa a fin de estudiar cuál es su opinión sobre la misma. Por esta razón se ha escogido a profesores del máster de educación secundaria de la Comunidad Valenciana de la especialidad de física y química.

Actualmente, a lo largo de este máster se fomenta desde la indagación, el uso de distintas herramientas como es la ciencia recreativa. Por ello, se realizan ejemplos de estas actividades mostrando cómo aplicarlas en las clases de ciencias. Todo esto permite obtener un profesorado más preparado que conoce la ciencia recreativa y por tanto, se encuentra capacitado para juzgarla adecuadamente en cuanto a sus posibilidades de aplicación en las clases de ciencias.

En la recogida de cuestionarios se obtuvo una muestra de 44 profesores, siendo 15 (34,01%) hombres y 29 (65,9%) mujeres.

6.4.2 Resultados de los profesores en formación

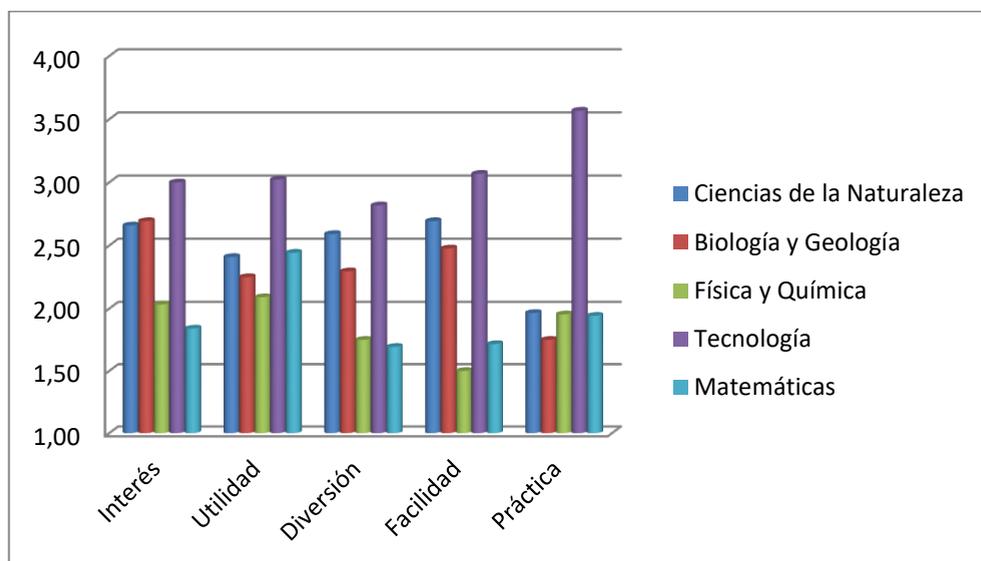
La primera cuestión tenía como objetivo valorar la creencia del profesorado sobre la situación en la que se encuentran las materias de ciencias, lo cual considerábamos importante ya que queríamos contrastar si los profesores sabían cuál era la actitud de los estudiantes hacia las materias de ciencias, puesto que el conocimiento de esta realidad, podría influir en su valoración de la ciencia recreativa y de las diferentes prácticas metodológicas.

Por esta razón se pedía al profesorado su opinión acerca de cómo el alumnado valoraba las distintas materias. En la tabla 6.56 se recogen los resultados obtenidos.

Aspectos	Valores	Ciencias de la Naturaleza	Biología y Geología	Física y Química	Tecnología	Matemáticas
Interés	Media	2,66	2,69	2,03	3,00	1,84
	D.E.	0,68	0,55	0,70	0,81	0,74
Utilidad	Media	2,41	2,25	2,09	3,02	2,44
	D.E.	0,58	0,69	0,68	0,90	0,87
Diversión	Media	2,59	2,30	1,75	2,82	1,69
	D.E.	0,58	0,59	0,58	0,76	0,65
Facilidad	Media	2,69	2,48	1,50	3,07	1,72
	D.E.	0,59	0,63	0,76	0,62	0,91
Práctica	Media	1,97	1,75	1,95	3,57	1,94
	D.E.	0,75	0,58	0,71	0,70	1,11

Tabla 6.56. Creencias del profesorado sobre cómo los estudiantes valoran las materias de ciencias.

Para una interpretación más adecuada de estos resultados, se ha realizado una representación gráfica de los mismos en la gráfica 6.11.



Gráfica 6.11. Creencias del profesorado sobre las materias de ciencias.

La opinión del profesorado en general, sufre grandes variaciones según la asignatura de ciencias considerada, aunque encontramos puntos en común. En primer lugar, destaca el hecho de que salvo Tecnología, todas las demás asignaturas de ciencias están por debajo de un 2 en cuanto al carácter práctico, lo cual indica que los profesores consideran que los estudiantes ven estas materias como teóricas y en las la experimentación es prácticamente nula. En contraposición destaca la opinión del profesorado referida a Tecnología en el aspecto práctico, superando el 3,5 y en la que seguramente, por los trabajos de taller, se considera que sí presenta este aspecto práctico del que carecen las demás materias.

Esta opinión positiva de Tecnología se manifiesta también a lo largo de todos los demás ítems, recibiendo en todas las ocasiones la mayor puntuación. Las otras materias de ciencias en cambio, reciben puntuaciones mucho peores. Destacan los casos de Física y Química y Matemáticas en las que la puntuación siempre está por debajo del 2,5 en todos los ítems, llegando al caso extremo del 1,5 para la facilidad en Física y Química. Biología y Geología también, por lo general, sufre malas puntuaciones, inferiores al 2,5 en todos los ítems salvo en interés. Por último, Ciencias de la Naturaleza ronda, salvo en carácter práctico, la puntuación del 2,5 con valores levemente superiores en interés, diversión y facilidad; y levemente inferior, en utilidad.

Como vemos, la creencia del profesorado es que en general las materias de ciencias están mal valoradas por los estudiantes, con la única salvedad de Tecnología y siendo el principal punto en común en todas ellas, el aspecto práctico.

Cabe pues comprobar en qué medida distan estos resultados de los profesores, de la actitud real de los estudiantes. Para ello, consideramos los grupos de 1º, y 3º de la primera hipótesis y el pre-test del grupo de control de 2º utilizado ya previamente para la segunda hipótesis. Agruparemos estos alumnos según en su curso se estudie la asignatura respectiva o no, de modo que obtendremos los valores de Ciencias de la Naturaleza a partir de los alumnos de 1º y 2º, Tecnología, a partir de 1º y 3º, Matemáticas, considerando los 3 grupos, y Física y Química y Biología y Geología los de 3º. En las tablas siguientes se muestra los resultados obtenidos con las respectivas comparaciones con los profesores.

Estudio del interés						
Asignaturas	Profesores		Alumnos		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Ciencias de la Naturaleza	2,66	0,68	3,32	0,64	0,000*	0,30
Biología y Geología	2,69	0,55	2,76	0,85	0,612	0,04
Física y Química	2,03	0,70	2,67	0,79	0,000*	0,31
Tecnología	3,00	0,81	2,72	0,95	0,073	0,09
Matemáticas	1,84	0,74	2,76	0,84	0,000*	0,28

Tabla 6.57. Estudio del interés.

Los resultados de la tabla anterior muestran que se producen diferencias significativas con un tamaño de efecto medio para Ciencias de la Naturaleza, Física y Química y Matemáticas estando la puntuación asignada por los profesores por debajo de la de los estudiantes. Esto nos indica que el interés de los estudiantes es superior al considerado por el profesorado en estas materias. En Biología y Geología y Tecnología no llegan a darse diferencias significativas entre ambos grupos, aunque resulta curioso que es Tecnología la única materia en la que puntuación del profesorado supera a la de los estudiantes.

Estudio de la utilidad						
Asignaturas	Profesores		Alumnos		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Ciencias de la Naturaleza	2,41	0,58	3,20	0,63	0,000*	0,37
Biología y Geología	2,25	0,69	2,68	0,71	0,001*	0,24
Física y Química	2,09	0,68	2,83	0,74	0,000*	0,37
Tecnología	3,02	0,90	2,56	0,89	0,001*	0,17
Matemáticas	2,44	0,87	3,38	0,73	0,000*	0,29

Tabla 6.58. Estudio de la utilidad.

En cuanto a la utilidad, se encuentran diferencias significativas para todas las materias y seguimos observando un patrón semejante al ya visto en cuanto al

interés, la puntuación del profesorado siempre es inferior a la de los estudiantes con la única excepción de la materia de Tecnología, en la que el profesorado da una puntuación mayor.

Estudio del carácter divertido						
Asignaturas	Profesores		Alumnos		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Ciencias de la Naturaleza	2,59	0,58	2,94	0,68	0,001*	0,18
Biología y Geología	2,30	0,59	2,27	0,77	0,854	0,01
Física y Química	1,75	0,58	2,30	0,72	0,000*	0,32
Tecnología	2,82	0,76	2,69	0,88	0,287	0,06
Matemáticas	1,69	0,65	2,43	0,83	0,000*	0,25

Tabla 6.59. Estudio del carácter divertido.

Referido al carácter divertido, continuamos observando que el profesorado tiende a asignar puntuaciones más bajas que los estudiantes, encontrándose diferencias significativas para Ciencias de la Naturaleza, Matemáticas y Física y Química. Las puntuaciones para Biología y Geología y para Tecnología están muy igualadas sin detectarse diferencias significativas entre los grupos, aunque toman un valor levemente superior en el caso de los profesores.

Estudio de la facilidad						
Asignaturas	Profesores		Alumnos		P Sign. (bl)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Ciencias de la Naturaleza	2,69	0,59	2,79	0,65	0,263	0,06
Biología y Geología	2,48	0,63	2,31	0,74	0,243	0,08
Física y Química	1,50	0,76	2,02	0,70	0,000*	0,31
Tecnología	3,07	0,62	3,01	0,82	0,758	0,02
Matemáticas	1,72	0,91	2,29	0,89	0,000*	0,18

Tabla 6.60. Estudio de la facilidad.

Respecto a la facilidad con la que son vistas las distintas asignaturas, tan solo se detectan diferencias significativas entre el profesorado y los estudiantes para Física y Química y Matemáticas en las que al igual que en los ítems anteriores, el profesorado asigna la menor puntuación. Las otras tres materias, Ciencias de la Naturaleza, Biología y Geología y Tecnología, presentan valores muy próximos entre profesores y estudiantes.

Estudio del carácter práctico						
Asignaturas	Profesores		Alumnos		P Sign. (b)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Ciencias de la Naturaleza	1,97	0,75	2,32	0,83	0,007*	0,14
Biología y Geología	1,75	0,58	1,96	0,72	0,084	0,12
Física y Química	1,95	0,71	2,34	0,69	0,002*	0,21
Tecnología	3,57	0,70	2,89	0,92	0,000*	0,26
Matemáticas	1,94	1,11	2,90	0,97	0,000*	0,23

Tabla 6.61. Estudio del carácter práctico.

Atendiendo al carácter práctico, se encuentran diferencias significativas para todas las materias a excepción de Biología y Geología. En las materias con diferencias significativas, se encuentra un tamaño de efecto entre pequeño y medio y en todos los casos salvo en Tecnología la puntuación inferior es la del profesorado.

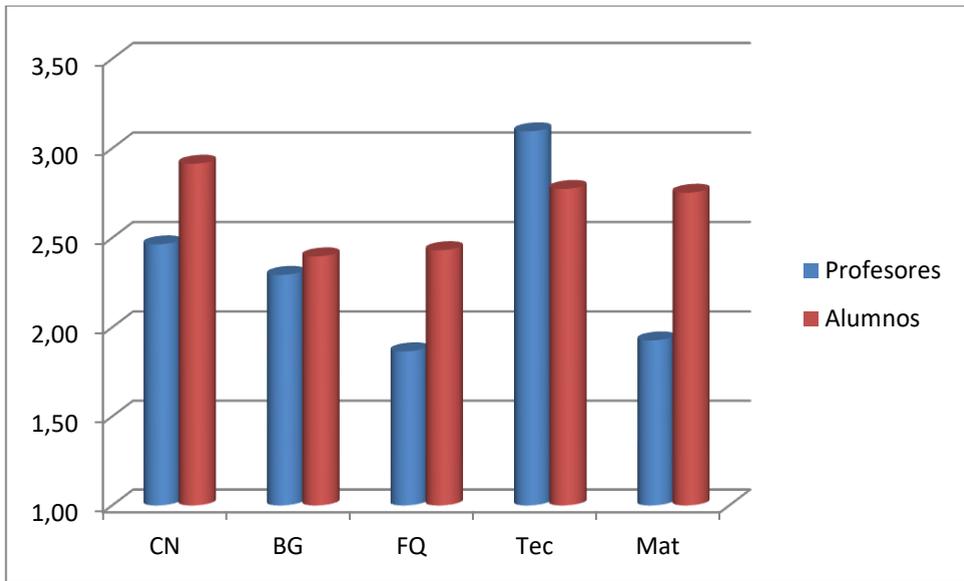
Para una mayor interpretación de estos resultados, podemos considerar también la combinación de los 5 aspectos evaluados para cada materia. En la tabla 6.62 se recogen los resultados obtenidos que se han representado en la gráfica 6.12.

Combinación de los 5 aspectos						
Asignaturas	Profesores		Alumnos		P Sign. (b)	r
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Ciencias de la Naturaleza (CN)	2,46	0,39	2,91	0,46	0,000*	0,33
Biología y Geología (BG)	2,29	0,36	2,40	0,53	0,190	0,09
Física y Química (FQ)	1,87	0,51	2,43	0,51	0,000*	0,40
Tecnología (Tec)	3,10	0,53	2,77	0,69	0,001*	0,17
Matemáticas (Mat)	1,93	0,66	2,75	0,61	0,000*	0,32

Tabla 6.62. Comparación de las materias tomando los 5 aspectos evaluados.

Teniendo en cuenta todos estos resultados, lo que observamos es que la valoración del profesorado para Biología y Geología es muy semejante a la de los estudiantes. Debemos tener en cuenta que, de esta asignatura, solo se habían obtenido diferencias significativas con respecto a la utilidad, pero en los demás aspectos la opinión de profesores y estudiantes era similar.

Para las demás materias sí que se encuentran diferencias significativas y en este sentido destacan las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza, Física y Química y Matemáticas, con tamaños de efecto medios y en las cuales el profesorado ha puntuado peor. A diferencia de estas se encuentra Tecnología con una puntuación inferior por parte del profesorado y con un tamaño de efecto asociado entre pequeño y medio.



Gráfica 6.12. Comparación de la valoración de las asignaturas por profesores y estudiantes.

Estos resultados lo que nos indican es que, por lo general, el profesorado tiende a considerar que los estudiantes valoran peor las asignaturas de ciencias de lo que realmente lo hacen, con la única salvedad de Tecnología, que no la valoran mal los alumnos, aunque no llegan a la actitud tan positiva que consideran los profesores que se produce.

A pesar de que el profesorado puntúe peor las materias de ciencias, tampoco nos encontramos con actitudes tan favorables en los estudiantes, puesto que en Ciencias de La Naturaleza, aunque solo es mal puntuado el aspecto práctico, en Física y Química y Biología y Geología, lo son también la facilidad y el carácter divertido de la materia, por lo que considerando el valor de los 5 aspectos analizados, estas dos materias obtienen una puntuación negativa inferior al valor neutro de 2,5.

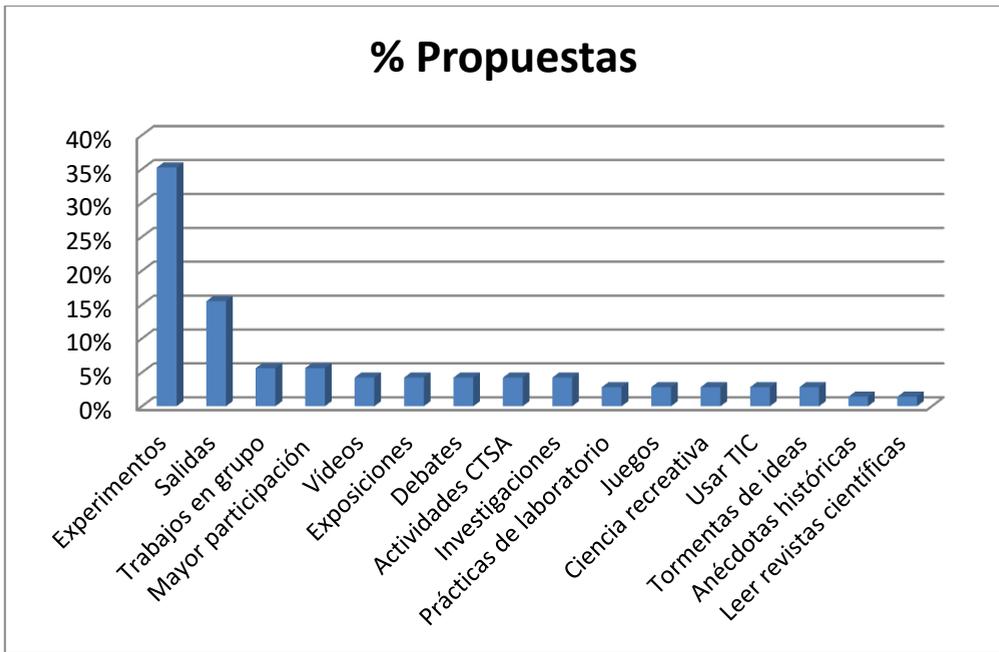
Por esta razón, es preferible que el profesorado considere que la situación de los estudiantes puede ser aún peor de lo que en realidad es, ya que esto solo sirve para enfatizar más la búsqueda de soluciones de un problema real que afecta a los estudiantes.

Así pues, una vez comprobado que el profesorado es consciente de esta problemática actitudinal de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, cabe pues considerar las demás cuestiones planteadas en el cuestionario, a fin de comprobar qué valor le asocia el profesorado a la ciencia recreativa.

Por ello, la siguiente pregunta del cuestionario solicitaba al profesorado qué actividades en su opinión harían más interesantes las clases de ciencias. A través de esta cuestión, se han obtenido 71 propuestas de los 44 profesores que se han clasificado en la tabla 6.63.

Propuestas	N	%
Experimentos	25	35,21
Salidas	11	15,49
Trabajos en grupo	4	5,63
Mayor participación de los estudiantes	4	5,63
Videos	3	4,23
Exposiciones	3	4,23
Debates	3	4,23
Actividades CTSA	3	4,23
Investigaciones	3	4,23
Prácticas de laboratorio	2	2,82
Juegos	2	2,82
Ciencia recreativa	2	2,82
Usar TIC	2	2,82
Tormentas de ideas	2	2,82
Anécdotas históricas	1	1,41
Leer revistas científicas	1	1,41
Total	71	100

Tabla 6.63. Propuestas del profesorado.



Gráfica 6.13. Propuestas del profesorado en formación.

Gran parte de las propuestas obtenidas están relacionadas con trabajar la ciencia de un modo más experimental como vemos con la categoría mayoritaria de experimentos con un 35,21% del total de propuestas.

La ciencia recreativa está presente en muchas de estas categorías, puesto que comúnmente se asocia a pequeñas experiencias lúdicas, juegos y juguetes. Es por ello, que la categoría principal de experimentos (35,21%) se relaciona con la ciencia recreativa, al igual que la categoría de juegos (2,82%) y las referencias directas a la ciencia recreativa (2,82%).

Curiosamente, vemos que la categoría de prácticas de laboratorio no recibe casi propuestas por parte del profesorado en formación, y ello puede ser debido a que algunos docentes asocian la categoría de experimentos a prácticas de laboratorio.

Por tanto, la ciencia recreativa es una de las herramientas que el profesorado considera más importantes para fomentar el interés de los estudiantes, aunque sin olvidar otro tipo de actividades, como son las salidas, vídeos, exposiciones, debates, etc.

Estos resultados pueden complementarse con la pregunta siguiente del cuestionario, en la que el profesorado valora la importancia que tienen para sus clases diferentes prácticas metodológicas. En la tabla 6.64 se recogen los resultados obtenidos:

Ítem	Media	D.E
Prácticas de laboratorio	8,56	1,17
Experiencias demostrativas	8,41	1,16
Visitas a fábricas...	7,92	1,42
Uso de juegos y juguetes	7,68	1,46
Trabajos de investigación	7,65	1,50
Tertulias/debates	7,60	1,35
Role-playing	7,59	1,56
Trabajos de taller	7,33	1,54
Uso de ordenadores	7,24	1,25
Vídeos educativos	7,16	1,43
Comentario de noticias	6,77	1,70
Problemas numéricos	6,59	1,82
Elaboración de murales	6,36	1,89
Explicaciones teóricas	6,15	1,92

Tabla 6.64. Valoración de las distintas metodologías.

Estos resultados nos confirman la importancia que le da el profesorado a las actividades experimentales, al tomar los dos primeros puestos las *prácticas de laboratorio* y las *experiencias demostrativas*. Como hemos visto los profesores en formación consideran que uno de los fallos más importantes de las materias científicas es el carácter teórico con el que se imparten por lo que valoran fundamentalmente las actividades prácticas.

Además, se observa claramente que el profesorado en formación valora claramente prácticas metodológicas relacionadas con la ciencia recreativa al puntuar muy positivamente las *experiencias demostrativas*, que ocupan un

segundo puesto con un 8,41 y el uso de juegos y juguetes con un 7,68 en cuarto lugar.

En general las otras propuestas metodológicas también reciben buenas puntuaciones lo que indica que este profesorado en formación está abierto a utilizar distintas herramientas en las clases. No obstante, las prácticas metodológicas más tradicionales como las explicaciones teóricas o los problemas numéricos reciben una puntuación bastante inferior a las otras opciones, lo que muestra que este profesorado conoce que su utilidad es bastante limitada y es preferible utilizar otras opciones.

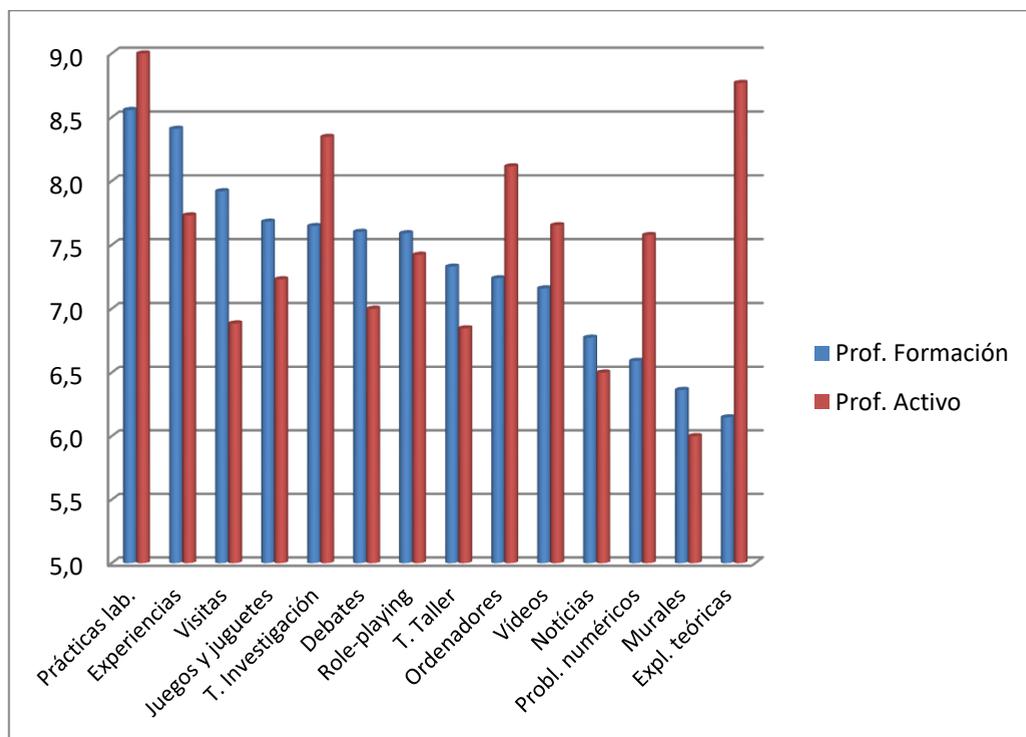
Teniendo en cuenta estos resultados del profesorado en formación, cabe plantearse las diferencias con respecto a la muestra de 26 docentes en activo que ya analizamos en la primera hipótesis. Por ello en la tabla 6.65 se realiza una comparación de ambos grupos.

Ítem	Prof. Formación		Prof. Activo		P Sign. (b)	r
	Media	D.E	Media	D.E		
Prácticas de laboratorio	8,56	1,17	9,00	1,70	0,017*	0,28
Experiencias demostrativas	8,41	1,16	7,73	1,43	0,040*	0,25
Visitas a fábricas...	7,92	1,42	6,88	1,82	0,035*	0,25
Uso de juegos y juguetes	7,68	1,46	7,23	1,90	0,303	0,12
Trabajos de investigación	7,65	1,50	8,35	1,20	0,069	0,22
Tertúlias/debates	7,60	1,35	7,00	1,90	0,179	0,16
Role-playing	7,59	1,56	7,42	0,99	0,547	0,07
Trabajos de taller	7,33	1,54	6,85	2,52	0,771	0,03
Uso de ordenadores	7,24	1,25	8,12	1,24	0,006*	0,33

Videos educativos	7,16	1,43	7,65	1,29	0,164	0,17
Comentario de noticias	6,77	1,70	6,50	1,79	0,620	0,06
Problemas numéricos	6,59	1,82	7,58	1,55	0,016*	0,29
Elaboración de murales	6,36	1,89	6,00	1,83	0,334	0,12
Explicaciones teóricas	6,15	1,92	8,77	1,11	0,000*	0,66

Tabla 6.65. Comparación de profesores en activo y en formación.

Para una mejor interpretación de los resultados obtenidos, se muestran los resultados de ambos grupos en la gráfica 6.14.



Gráfica 6.14. Comparación entre profesorado en activo y en formación para distintas prácticas metodológicas.

En primer lugar, resulta destacable la categoría de *explicaciones teóricas* en la que encontramos diferencias estadísticamente significativas con un tamaño de efecto grande, puesto que mientras que el profesorado en formación es la que peor valora con un 6,15, esta categoría recibe la segunda mejor puntuación del profesorado en activo con un 8,77. De forma similar aunque no tan pronunciada, también encontramos una preferencia del profesorado en activo frente al de formación para categorías como *problemas numéricos*, *prácticas de laboratorio* o *vídeos educativos*, aunque sin llegar a haber diferencias significativas para esta última. Estas diferencias nos indican una forma de pensar distinta de ambos conjuntos de profesores, ya que los docentes con años de experiencia en activo prefieren dinámicas de enseñanza más tradicionales frente al profesorado en formación que busca nuevas prácticas metodológicas para aplicar a las clases de ciencias.

Por este motivo, el profesorado en formación valora de forma bastante más positiva muchas de las prácticas metodológicas propuestas que escapan al ámbito más tradicional. Así, en los ítems relacionados con la ciencia recreativa, encontramos diferencias estadísticamente significativas para las *experiencias demostrativas*, de forma que para el profesorado en formación ocupan un segundo puesto con un 8,41, mientras que para el profesorado en activo se encuentran en cuarto lugar con un 7,73. Y de igual modo sucede con la categoría de *juegos y juguetes*, en la que si bien no llegan a encontrarse diferencias significativas, sí que se aprecia una puntuación superior del profesorado en formación. De esta manera, mientras que estos la puntúan con un 7,68 encontrándose en cuarto lugar, los docentes en activo la puntúan con un 7,23 y ocupando un noveno puesto. Así pues, la ciencia recreativa es más valorada por el profesorado en formación que por el profesorado que se encuentra en activo.

No obstante, y a pesar de la preferencia del profesorado en formación por las dinámicas que escapan al ámbito tradicional, sí que aparece alguna excepción como la categoría de *uso de ordenadores* en la que hay diferencias significativas y una mejor puntuación por parte del profesorado en activo. Si bien escapa al ámbito de esta investigación profundizar en las posibles causas de esta diferencia, bien pudiera deberse al hecho de que el profesorado en formación está muy acostumbrado al *uso de ordenadores* dado que se ha criado manejando

ordenadores y por ello, aunque las considera útiles para las clases, no las considera tan innovadoras o efectivas como piensa el profesorado en activo.

Así pues, aunque con alguna excepción, el profesorado en formación valora de forma mucho más positiva dinámicas que escapan al ámbito tradicional, como es la ciencia recreativa. Teniendo en cuenta estos resultados, otro aspecto que cabe considerar ahora y que se aborda en la cuestión 4, es si este profesorado en formación piensa que se debería incluir la ciencia recreativa como una parte de la práctica metodológica habitual para las clases de ciencias

Al responder a esta pregunta, 42 de los 44 profesores (95,45%) han dicho que sí aludiendo a distintas razones para utilizar la ciencia recreativa. En la tabla 6.66 se recogen clasificadas estas mismas:

Razones para utilizar la ciencia recreativa	N	%
Favorece el aprendizaje	18	24,66
Aumentar el interés	15	20,55
Clases más divertidas	11	15,07
Aumentar la motivación	8	10,96
Conecta la teoría con situaciones prácticas	6	8,22
Relaciona la ciencia con la vida diaria	5	6,85
Desarrollar el espíritu crítico	5	6,85
Clases más cercanas	2	2,74
Fácil de realizar	1	1,37
Económica	1	1,37
Actividad no peligrosa	1	1,37
Total	73	100

Tabla 6.66. Razones para utilizar la ciencia recreativa.

En total los 42 profesores que han considerado que habría que utilizar la ciencia recreativa de un modo habitual, han dado 73 razones para ello destacando que esta favorece el aprendizaje (24,66%), aumenta el interés (20,55%), las clases son más divertidas (15,07%), se mejora la motivación de los estudiantes (10,96%) entre

otras. Estos resultados nos indican el gran valor que tiene para el profesorado esta herramienta, cuya utilidad no queda limitada solamente a un nivel actitudinal, sino que su abanico es mucho más amplio.

Respecto a los 2 profesores que han respondido que no a esta pregunta, uno de ellos estaba en contra del uso de juegos y juguetes considerando que los estudiantes podían perder la atención en las clases, aunque estaba a favor de las experiencias. El otro profesor consideraba que no era necesario utilizar la ciencia recreativa de forma habitual y solo recomendaba su uso para grupos con serios problemas de comprensión.

De este modo, más de un 95% de los profesores han respondido afirmativamente a la pregunta sobre utilizar la ciencia recreativa de un modo habitual, y en los casos en los que la respuesta ha sido negativa, aun así, se aceptaba su uso o aspectos de la misma en situaciones concretas.

Estos resultados los podemos complementar con la última pregunta del cuestionario, que trata sobre el grado de acuerdo del profesorado en una serie de afirmaciones sobre la ciencia recreativa. En la tabla 6.67 se recogen los resultados obtenidos:

EL uso de elementos recreativos:	Muy de acuerdo		De acuerdo		En desacuerdo		Muy en desacuerdo		Mediana
	f_i	%	f_i	%	f_i	%	f_i	%	
Mejora la motivación del alumnado	32	72,73	12	27,27	0	0	0	0	4
Hace aumentar el interés del alumnado por la asignatura	20	45,45	23	52,27	1	2,27	0	0	3
Favorece el aprendizaje de conceptos teóricos	20	45,45	20	45,45	4	9,09	0	0	3

Tabla 6.67. Opiniones del profesorado sobre la ciencia recreativa.

Como vemos la mayoría del profesorado está de acuerdo o muy de acuerdo en las afirmaciones sobre la utilidad de la ciencia recreativa para mejorar la motivación, el interés y también el aprendizaje de conceptos teóricos.

Destaca fundamentalmente el grado de acuerdo en la *motivación*, puesto que se obtiene un 72,73% de las respuestas en la máxima categoría y ninguna respuesta en la categoría de desacuerdo.

En relación al interés tan solo encontramos una respuesta en desacuerdo (2,27%), encontrándose el 97,72% de las respuestas en las categorías de acuerdo o muy de acuerdo, lo que nos muestra también la opinión casi unánime del profesorado en relación a la utilidad de la ciencia recreativa como una herramienta para mejorar el interés de los estudiantes en las clases de ciencias.

Por último, en relación al *aprendizaje de conceptos teóricos*, también encontramos la mayor parte de las respuestas en las categorías de acuerdo y muy acuerdo habiendo un 90,90% de las respuestas en estas categorías y tan solo un 9,09% en la categoría de desacuerdo.

Es cierto que, en relación al aprendizaje, se ha incrementado levemente la cantidad de respuestas en desacuerdo frente a las afirmaciones de la motivación y el interés, pero no obstante, la mayoría del profesorado sigue sosteniendo la utilidad de la ciencia recreativa como una herramienta válida no solo para incrementar el interés o la motivación, sino también para el aprendizaje.

Así pues, la ciencia recreativa es una herramienta muy valorada por el profesorado en formación, por distintas razones como el interés, la motivación y el aprendizaje, pero también por otras muchas como hemos visto, y desde luego, por su capacidad de enfrentarse a la situación problemática de las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias.

7. Conclusiones y perspectivas

La investigación en didáctica advierte de las actitudes negativas de los estudiantes hacia las ciencias que les llevan a abandonar los estudios científicos y que obstaculizan el alcanzar una alfabetización científica de la ciudadanía. Es por ello que, ante la importancia de esta situación, sean relevantes los trabajos que investiguen sobre las causas y soluciones de esta problemática.

Distintos trabajos de investigación han mostrado la importancia de la ciencia recreativa en cuanto a su capacidad de mostrar la ciencia desde una perspectiva lúdica y experimental. Sin embargo, dado el abandono que se está produciendo hacia las ciencias, cabe plantearse si la educación escolar realmente está prestando atención a esta herramienta desde un punto de vista académico. Por este motivo, iniciamos la investigación planteándonos la siguiente hipótesis:

El escaso uso de elementos recreativos en el aula, como juegos, juguetes y experiencias lúdicas a lo largo de la educación secundaria, puede contribuir al desarrollo de actitudes negativas hacia las ciencias.

A fin de validar esta hipótesis se han utilizado distintos instrumentos, como son: cuestionarios para el estudio de las actitudes de los estudiantes, el análisis de los libros y cuestionarios y entrevistas a docentes en activo.

Actitudes de los estudiantes

Los resultados obtenidos en este punto nos han mostrado que los estudiantes comienzan con una buena actitud hacia las ciencias, que se va perdiendo con el paso de la secundaria. Entre 1º y 2º, en muchos aspectos hay un leve empeoramiento de las actitudes que se agrava de forma pronunciada al pasar a 3º. Además, estas actitudes son semejantes tanto para chicos como para chicas, puesto que en general no llegan a encontrarse diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos.

Entre los aspectos a destacar está la disminución de forma significativa del interés (7,08 a 6,77 entre 1º y 2º; y 6,87 a 6,21 entre 2º y 3º) y de la motivación de los estudiantes a lo largo de los cursos (entre 1º y 2º, 7,83 a 7,21 y 8,10 a 7,57 para

la motivación intrínseca y extrínseca respectivamente, y entre 2º y 3º, 7,07 a 5,89 para la intrínseca y 7,71 a 6,21 para la extrínseca).

Por otro lado, también empeora de forma significativa la visión global de los estudiantes de las materias de ciencias que, en una valoración de 1 a 4 mostrarían los siguientes resultados: en Ciencias de la Naturaleza pasarían de 2,93 a 2,82 entre 1º y 2º y en Matemáticas de 2,94 a 2,80 entre 1º y 2º; y 2,81 a 2,54 entre 2º y 3º. En este sentido resulta destacable el cambio de actitudes tan pronunciado que se produce con el paso de 2º a 3º de la ESO, cuando Ciencias de la Naturaleza (con una puntuación media de 3,00) se divide en Física y Química (2,43) y Biología y Geología (2,40). Si bien tanto en 1º como en 2º, Ciencias de la Naturaleza estaba en muchos aspectos bien valorada e incluso llegaba a ser considerada la asignatura más interesante (3,31), con el paso a 3º buena parte de este interés hacia Física y Química (2,67) y Biología y Geología (2,76), desaparece. También, estas materias pasan a ser consideradas aburridas (2,30 para Física y Química y 2,27 para Biología y Geología), difíciles, (2,02 para Física y Química y 2,31 para Biología y Geología) además de menos útiles (2,83 para Física y Química y 2,68 para Biología y Geología) que en años previos con Ciencias de la Naturaleza (3,21 en 2º.).

Por otro lado, el aspecto práctico de Ciencias de la Naturaleza es algo mal puntuado desde el inicio de la secundaria (2,28 en 1º), agravándose fundamentalmente en 3º con Biología y Geología (1,96), a pesar de que Física y Química también recibe malas puntuaciones (2,34). De este modo, los alumnos mantienen una visión teórica de estas materias científicas provocada por la escasez de actividades prácticas en las clases.

En contraposición a este alarmante resultado, encontramos que los alumnos destacan como clave para mejorar su interés hacia las ciencias, las actividades prácticas y también de índole más lúdica mientras rechazan las explicaciones teóricas y los problemas numéricos (valorados con un 4,57 y 4,27 sobre 10, respectivamente en 3º). Además, con el paso de los cursos el porcentaje de propuestas que solicitan un enfoque de las clases más práctico aumentan (30% en 2º a 49,61% en 3º), lo que nos muestra ese interés insatisfecho de los estudiantes ante las actividades prácticas que no se están llevando a cabo.

Libros de texto

Los resultados de los libros de texto de primer ciclo nos han mostrado que no se presta la debida atención a la ciencia recreativa. Tan solo aparece un elemento recreativo cada aproximadamente 14 páginas y de igual forma el porcentaje de actividades y de imágenes que se asocian a la ciencia recreativa son muy pequeños, con valores del 2,65% y 3,85% respectivamente.

Esta escasez de elementos recreativos se mantiene también en los libros de Física y Química de segundo ciclo donde aparece un elemento recreativo cada aproximadamente 11 páginas.

En cuanto a los elementos digitales que introducen actualmente en los libros de texto y que podrían ser también una forma de incluir actividades de ciencia recreativa, la aparición de la misma también es escasa, puesto que tan solo un 3,96% de este tipo de elementos se relacionan con esta.

Además de este elevado grado de escasez de elementos recreativos, se producen diferentes errores a la hora de introducirlos en los libros de texto. En primer lugar, fundamentalmente aparecen en los temas de física y química, donde hay hasta el doble o triple de los que se encuentran en temas de biología, geología o astronomía. Este hecho muestra que los libros de texto fundamentalmente tienen una predilección para introducir los elementos recreativos en los temas en los que con mayor facilidad pueden encontrarse actividades de este tipo.

Por otro lado, los libros de texto proponen fundamentalmente pequeñas experiencias o juegos cuando utilizan la ciencia recreativa y no llegan a aprovechar realmente el uso de juguetes o productos tecnocientíficos que presentan una aparición prácticamente nula.

Otro grave error que cometen los libros de texto es el de introducir los elementos recreativos fundamentalmente al final del tema (54,19%) o incluso en ocasiones en los anexos (5,31%). En la posición ideal que es integrado en el tema, tan solo se encuentra un 20,95% por lo que gran parte de estas actividades pasan desapercibidas y muy probablemente no se llevan a cabo.

Además, un 22,07% de los elementos aparecen tan solo nombrados, por lo que no aparecen para trabajar en el libro de texto, sino que hay recurrir a distintos

enlaces web para encontrarlos o bien, aparecen referidos en los libros pero con explicaciones muy insuficientes, lo cual aún reduce más las posibilidades reales de que se realicen estas actividades.

También, muchas de estas actividades están planteadas de una forma que se desaprovechan en gran medida, puesto que su única pretensión en ocasiones, es la de observar algún fenómeno curioso (19,83%) o bien adquirir alguna destreza (30,45%) pero sin un planteamiento en forma de cuestiones que haga reflexionar a los estudiantes sobre la experiencia en sí.

Por último, muy pocas de las actividades están planteadas para que los estudiantes las desarrollen en su casa (4,47%), sino que en prácticamente la totalidad hay un planteamiento centrado en la escuela. Se desaprovecha así la oportunidad de que los estudiantes puedan mostrar algunos aspectos curiosos de la ciencia a amigos y familiares y por tanto que adquieran una mejor valoración de las ciencias.

A pesar de estos resultados del análisis de las editoriales, sí que se detecta que alguna editorial presta algo más de atención que las demás a la ciencia recreativa, como es el caso de la editorial Teide, al tener un apartado propio al final de cada tema asociado a esta misma. No obstante, la ciencia recreativa suele aparecer de forma escasa en las distintas editoriales, lo que reafirma la necesidad de darle la importancia debida en los libros de texto junto a un tratamiento adecuado, que evite que pase desapercibida o se desaproveche.

Docentes en activo

Respecto a los profesores en activo, se ha comprobado, como en todos los casos se valoraba la utilidad de la ciencia recreativa para las clases de ciencias aludiendo a diferentes razones como favorecer el aprendizaje (26,67%), la mejora del interés (17,78%) o de la motivación (15,56%), clases más divertidas (11,11%) o la conexión de la teoría con situaciones prácticas (11,11%), entre otras.

Sin embargo, esta valoración positiva no significaba que se utilizara la ciencia recreativa en las clases. Un aspecto que nos mostraba este hecho era el desconocimiento de gran parte del profesorado para citar actividades concretas de ciencia recreativa que utilizaran. De este modo, un 15,38% del profesorado dejaba la respuesta en blanco y otro 30,77% se limitaba a dar una respuesta

genérica, pero sin llegar a proponer ninguna actividad concreta. Tan solo un 26,92% del profesorado tenía un conocimiento lo bastante amplio de la ciencia recreativa como para proponer 3 actividades que pudieran realizarse.

Respecto a las dificultades de los docentes, aunque tan solo un pequeño número señalaba la falta de preparación (4,95%), gran parte de las respuestas podían relacionarse claramente con este problema. Así, la falta de tiempo (41,86%), las aulas no acondicionadas (11,63%) o la falta de material (6,98%) sugieren una falta de preparación de los docentes. Por un lado, la falta de tiempo nos muestra claramente que el profesorado tiene dificultades para compaginar la ciencia recreativa con el temario que desea impartir y por otro lado, buena parte de las experiencias de ciencia recreativa pueden hacerse con materiales cotidianos en las clases, por lo que estas dificultades son más bien subjetivas y provocadas más por una falta de experiencia que por unas dificultades reales.

Por otro lado, atendiendo a la frecuencia con la que los docentes utilizan la ciencia recreativa, la respuesta mayoritaria es *en algunos temas* (92,31%), lo cual ya nos indica que se realiza un escaso uso de la misma y desde luego no de forma habitual. Además, el hecho de que ningún docente haya marcado la categoría de *nunca* en cuanto al uso de la ciencia recreativa a pesar de que con las entrevistas pueda comprobarse que algún caso no se está utilizando, es un indicativo de que prefieren dar una respuesta más neutra que la real, lo cual nos muestra que la frecuencia del uso de la ciencia recreativa aún sería menor que la obtenida en las respuestas del profesorado.

Por último, las respuestas de los docentes en cuanto a la utilidad de diferentes prácticas metodológicas nos muestran una visión muy diferente de la que tienen los estudiantes. Así, mientras que una de las categorías favoritas de los docentes es la de las explicaciones teóricas (8,77), estas son muy mal valoradas por los estudiantes (4,57) y de igual forma, encontramos los problemas numéricos que reciben una buena puntuación del profesorado (7,58) en contraposición a la de los estudiantes (4,34).

De este modo, los resultados anteriores son indicativo de un profesorado que en general tiene una falta de formación importante, lo que lleva a una utilización escasa de la ciencia recreativa y que, además, prefiere prácticas tradicionales

como las explicaciones teóricas, lo cual influye negativamente en las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias.

Así pues, los distintos métodos de investigación utilizados convergen hacia la aceptación de la hipótesis. De esta forma, muestran que el uso real de la ciencia recreativa es prácticamente nulo a pesar del interés que sienten los estudiantes hacia esta práctica metodológica y de las actitudes que manifiestan.

En vista de la aceptación de la primera hipótesis que constituye un diagnóstico de la situación, nos hemos planteado también una segunda hipótesis que busca ser una solución para la situación problemática en la que nos encontramos. Esta segunda hipótesis quedó formulada como:

La ciencia recreativa es una herramienta que favorece el desarrollo de actitudes positivas hacia las ciencias a la vez que facilita la adquisición de un aprendizaje significativo de la materia.

Por esta razón se ha diseñado un programa de actividades de ciencia recreativa en relación a la unidad didáctica del tema de luz y sonido llamada *Un Mundo Ondulatorio* y para lo cual se han tenido en cuenta las dificultades de la enseñanza de las ciencias y en particular de este tema en concreto a fin de alcanzar los objetivos propuestos.

Con la finalidad de validar esta hipótesis, al igual que ya se hizo con la primera, se han utilizado diferentes instrumentos de análisis como: cuestionarios sobre las actitudes y el aprendizaje de los estudiantes y cuestionarios a docentes en formación.

Actitudes de los estudiantes

Se ha observado que, tras ser tratados los estudiantes con la unidad didáctica centrada en el uso de la ciencia recreativa, se ha producido una mejoría actitudinal que afecta de forma positiva tanto a chicos como chicas.

De este modo, se ha producido un aumento del interés hacia las ciencias, que ha conducido a que la valoración de los estudiantes de un 6,78 haya pasado a un 7,82. Además, también se ha producido una mejoría con diferencias estadísticamente significativas en los aspectos de motivación intrínseca de *saber más* (de 7,39 a 7,98) y *saber hacer cosas* (de 7,85 a 8,23), conduciendo por tanto,

a una mejoría de la categoría de *motivación intrínseca* (7,30 a 7,60). Por el contrario, la motivación extrínseca no se ha visto afectada en gran medida puesto que no ha tenido diferencias estadísticamente significativas, aunque sí que se ha detectado una leve bajada de la puntuación (7,58 a 7,47).

En cuanto a la asignatura de Ciencias de la Naturaleza, se ha detectado una mejoría significativa en los aspectos de interés (3,26 a 3,47), diversión (2,85 a 3,24), facilidad (2,74 a 2,87) y práctica (2,21 a 2,96). En este sentido resulta destacable el incremento de la puntuación de interés puesto que esta asignatura ya era la que recibía la mejor puntuación y a pesar de esto, ha sido posible mejorar este aspecto de un modo significativo. Por otro lado, se ha podido corregir la mala puntuación del aspecto práctico de la asignatura, mostrándose así que la visión de los estudiantes ante la asignatura ha cambiado tras la formación.

Otro resultado relevante ha sido el de las propuestas de los estudiantes para mejorar su interés hacia las ciencias. En primer lugar, de 218 propuestas en el pre-test se ha pasado a 308 en el post-test, lo que muestra una mayor implicación del alumnado. Resultan de gran relevancia algunas categorías como *más experimentos* que pasa de un 16,97 a 25,00%, *prácticas de laboratorio* de 7,34 a 10,39% o *más práctica* 5,50 a 8,44%. Además, la categoría de *juguets* de la que no aparecía ninguna propuesta en el pre-test, presenta un 4,22% en el post-test y la categoría de *demonstraciones* referida a experiencias demostrativas pasa de un 0,46% a 3,90%. También aumenta la cantidad de propuestas en relación a la categoría de *juegos* que de 22 se pasa a 30 aunque dado el incremento total de propuestas, en relación al porcentaje, el resultado es similar (10,09 en el pre-test frente a 9,74% en el post-test).

De igual forma se detecta una mejora significativa de las puntuaciones de los estudiantes para las categorías relacionadas con la ciencia recreativa, como son las *experiencias demostrativas* (de 7,28 a 7,53), y el *uso de juegos y juguetes* (de 6,94 a 8,19). Además, aunque leve, también se detecta una mejoría en la categoría de *prácticas de laboratorio* (8,53 a 8,73). De este modo, estos resultados nos muestran ese deseo de los estudiantes de plantear las clases de una forma que resulten más experimentales, más interesantes y más divertidas por lo que tras el uso de la ciencia recreativa y haber comprobado cómo son

estas dinámicas de trabajo en el aula, aún demandan más actividades que vayan en esta dirección.

Por último, cabe considerar las comparaciones realizadas con el grupo de control. Inicialmente el grupo tratado presentaba unas actitudes hacia las ciencias semejantes a las del grupo de control. Sin embargo, tras la formación, esta situación cambia puesto que mientras que el grupo de control no sufre cambios significativos en las actitudes, el tratado sí que presenta una mejoría importante en muchos aspectos. Este hecho hace que tras la formación el grupo tratado presente unos valores superiores con diferencias estadísticamente significativas al del control, en interés (7,82 frente a 6,74), en la motivación intrínseca (7,60 frente a 7,22) y en sus categorías asociadas de *saber más* (7,98 frente a 7,35) y *saber hacer* (8,23 frente a 7,78). Además, también hay diferencias significativas referidas a la asignatura de Ciencias de la Naturaleza, en la que se ha realizado la intervención, y en donde el grupo tratado, obtiene mejores puntuaciones en los aspectos de interés (3,47 frente a 3,22), diversión (3,24 frente a 2,97) y aspecto práctico (2,96 frente a 2,27) de Ciencias de la Naturaleza.

De este modo, se evidencia el gran impacto que tiene en las actitudes de los estudiantes el uso de la ciencia recreativa como una herramienta habitual que permite corregir actitudes negativas y potenciar aquellas que ya de por sí son positivas.

Aprendizaje de los estudiantes

Tras el desarrollo de la unidad didáctica mediante la ciencia recreativa, se observa que los estudiantes han mejorado en su comprensión sobre la materia del tema de luz y sonido. Inicialmente tan solo obtenían una puntuación de 1,27 puntos sobre 24, pero tras la formación su puntuación aumenta a 14,71, habiendo diferencias estadísticamente significativas y un tamaño del efecto grande.

Además, este aprendizaje alcanza unos valores semejantes para chicos y chicas y sin que haya, por tanto, diferencias significativas de género, obteniéndose 14,57 y 14,86 respectivamente.

Por otro lado, es destacable la gran mejoría en el conocimiento de la materia que se ha producido para muchos de los estudiantes puesto que 105 de los 167

tratados han sido capaces de incrementar su puntuación en al menos 12 puntos. Además, el valor de la mediana se encuentra en la puntuación de 14 y la moda en 19 lo que nos muestra no solo que ha habido un aprendizaje, sino que este ha sido considerable.

Teniendo en cuenta los distintos ítems del cuestionario, en todos los casos se ha producido una mejoría con diferencias estadísticamente significativas. Además, en las comparaciones se ha visto que en general los tamaños de efecto son grandes, a excepción del ítem asociado a la formación de imágenes donde, dada su mayor dificultad, se supera el valor de referencia medio, pero sin llegar a un tamaño del efecto grande.

Exponiendo de forma más concreta los resultados obtenidos para cada cuestión, observamos que frente al 7,78% del pre-test, el 70,06% del alumnado del post-test es capaz de justificar que en una onda no se propaga materia. Además, el 36,53% en el post-test es capaz de justificar el mejor y peor medio para la propagación del sonido y el 34,73% de dar respuestas parcialmente correctas respecto a esta cuestión, a diferencia del pre-test donde tan solo un 3,60% del alumnado lograba dar una respuesta parcialmente correcta y en donde no se ha encontrado ninguna respuesta totalmente correcta.

Por otro lado, en el pre-test tan solo un 3,59% del alumnado es capaz de señalar de forma parcialmente correcta la característica del sonido que comparten y por la que se diferencian dos instrumentos del mismo tipo tocando con una frecuencia distinta. Sin embargo, en el post-test, el 35,33% de los estudiantes responden de forma totalmente correcta a esta cuestión y el 40,72% de forma parcialmente correcta.

En cuanto a la problemática de la contaminación acústica, este fenómeno es conocido inicialmente por un 1,20% de los estudiantes y de forma parcial por un 20,96%. Sin embargo, tras la formación el 67,66% del alumnado es capaz de utilizar este término y de explicarlo adecuadamente, al igual que de forma parcial es conocido por un 21,55%.

En cuanto al conocimiento de objetos cuyo funcionamiento se basa en las ondas mecánicas y electromagnéticas, comprobamos que inicialmente tan solo un 5,99% de las respuestas eran correctas y 16,16% parcialmente correctas. No

obstante, en el post-test el 54,49% de los estudiantes es capaz de relacionar ambos tipos de ondas con objetos cotidianos y el 25,74% son capaces de relacionar al menos un tipo de onda, lo que nos muestra que gran parte de los estudiantes comprenden la utilidad y aplicación de las ondas en la sociedad en la que vivimos.

Por otro lado, inicialmente tan solo el 1,20% del alumnado es capaz de diferenciar las zonas de sombra y de penumbra y de justificar su formación mediante esquemas de rayos y el 5,99% de hacerlo de forma parcial. Sin embargo, tras la formación el 37,72% del alumnado consigue realizarlo de forma correcta y un 25,15% es capaz de hacerlo de forma parcial lo que nos muestra que una gran parte del alumnado alcanza una buena comprensión respecto a este punto.

La pregunta más complicada para los estudiantes y que inicialmente ningún estudiante era capaz de responder correctamente era sobre el proceso de formación de imágenes, sin embargo, tras la formación el 41,32% es capaz de responderla de forma correcta a pesar de su dificultad.

Además, en el post-test el 35,33% comprende el proceso de reflexión y el papel pasivo del ojo ante la visión, aspectos que son parcialmente comprendidos por el 47,30% del alumnado, a diferencia del pre-test donde tan solo respondía correctamente el 0,60% y de forma parcialmente correcta el 5,99%.

De igual modo, las aplicaciones de los espejos curvos, y en concreto del espejo cóncavo son conocidas al inicio solamente por el 0,60% de los estudiantes y de forma parcial por el 3,00%, pero tras la formación, el 51,50% de los estudiantes responden correctamente y de forma parcial el 36,53%, lo que nos muestra el gran porcentaje de estudiantes que conoce la utilidad e importancia de los espejos curvos.

En relación al fenómeno de la refracción, que inicialmente solo conseguía responder parcialmente un 3,00% del alumnado, comprobamos que en el post-test el 40,12% es capaz de nombrarlo y explicarlo de forma correcta, mientras que un 41,32% es capaz de hacerlo de forma parcial para explicar la desviación aparente que sufre un lápiz introducido en un vaso de agua.

En cuanto a la aplicación de las lentes para corregir defectos visuales comunes, se comprueba que en el post-test, un 34,73% de los estudiantes es capaz de

justificar adecuadamente el defecto visual de la miopía y cómo se puede utilizar la lente divergente para corregirlo. Además, el 44,31% es capaz de dar una respuesta parcialmente correcta a esta cuestión a diferencia del pre-test donde solo un 4,79% de las respuestas eran parcialmente correctas y sin haber ninguna totalmente correcta.

Por último, inicialmente el 10,78% era capaz de señalar correctamente la luz que refleja y absorbe un objeto de acuerdo a su color, porcentaje que en el post-test aumenta a un 64,67%. De igual modo, el 3,59% respondía de forma parcialmente correcta en el pre-test, pasando a un 14,38% tras la formación por lo que se logra un elevado porcentaje de estudiantes capaces de comprender adecuadamente la interacción entre la luz y la materia.

De este modo, estos resultados nos muestran que en los distintos aspectos considerados se ha producido un importante aprendizaje por parte del alumnado. Además, este aprendizaje ha ido unido a un incremento de la confianza de los estudiantes a la hora de responder, puesto que los porcentajes de respuestas en blanco se han reducido de forma drástica. Así pues, mientras que en el pre-test la mayoría de cuestiones presentaba unos porcentajes superiores al 50% en la categoría de no contestadas, en el post-test la mayoría presenta unos porcentajes menores al 20%, lo que muestra este incremento en la confianza de los estudiantes a la hora de responder.

Por otro lado, considerando el grupo control, este presentaba inicialmente unos valores del conocimiento de la materia semejantes a los del grupo tratado, sin haber diferencias estadísticamente significativas (1,25 sobre 24 del grupo de control, frente al 1,27 del grupo tratado), además de una actitud hacia las ciencias semejante, tal y como ya se ha comentado previamente.

Sin embargo, tras la formación, el grupo tratado alcanza mayores valores de aprendizaje que el grupo de control, al igual que sucedía con las actitudes positivas hacia las ciencias. De este modo, mientras que el grupo tratado obtiene 14,71, el grupo de control alcanza tan solo 6,86, habiendo diferencias estadísticamente significativas y un tamaño del efecto grande.

Considerando los distintos ítems, en todos los casos hay diferencias estadísticamente significativas con mejores valores para el grupo tratado,

aunque en los asociados a la refracción y a la interacción de la luz con la materia (ítems 10 y 12), se produce un distanciamiento menor que en otros ítems.

Docentes en formación

Los resultados de los profesores en formación nos muestran que son conscientes de la problemática actitudinal de los estudiantes hacia las ciencias e incluso para la mayoría de materias consideran que los estudiantes pueden tener una actitud más negativa de la que en realidad poseen.

Dado que los estudiantes presentan graves problemas actitudinales, esta creencia del profesorado sirve para enfatizar aún más la búsqueda de soluciones y por tanto puede ser beneficiosa para corregir este problema.

Para hacer más interesantes las clases de ciencias, este profesorado propone dar una gran importancia al enfoque experimental como se observa por la cantidad de propuestas en este sentido. Así, destaca la categoría de *experimentos* con un 35,21% además de otras vinculadas a la ciencia recreativa como *juegos* (2,82%) y referencias directas a la misma (2,82%).

De igual forma se observa este interés hacia un enfoque más experimental y lúdico con la puntuación de los docentes de las diferentes prácticas metodológicas. Así, encontramos las *prácticas de laboratorio* en primer lugar con un 8,56, en segundo lugar, las *experiencias demostrativas* con un 8,41 y en cuarto lugar, el *uso de juegos y juguetes* con un 7,68.

En este sentido, es destacable como las puntuaciones de los profesores en formación para estas categorías relacionadas con la ciencia recreativa, son superiores a las de los profesores en activo que participaron en la primera hipótesis. Así, en el *uso de juegos y juguetes* tenemos que los profesores en formación puntúan un 7,68 frente a 7,23 de los profesores en activo. Y más destacable aún es el caso de las *experiencias demostrativas* en la que llegan a detectarse diferencias significativas con un 8,41 para profesores en formación frente a 7,73 de los profesores en activo.

Además, los profesores en formación rechazan dinámicas tradicionales como las explicaciones teóricas (6,15) y los problemas numéricos (6,59) que tanto interesan a los profesores en activo (8,77 y 7,58 respectivamente) y hacia los que los estudiantes muestran actitudes tan negativas (4,57 y 4,34). De modo que

este profesorado en formación, antepone otras prácticas metodológicas como las vinculadas a la ciencia recreativa frente a las típicas explicaciones teóricas.

Así pues, el 95,45% del profesorado en formación afirma que sería útil introducir la ciencia recreativa en las clases de ciencias aludiendo a distintas razones para justificarlo: favorece el aprendizaje (24,66%), aumenta el interés (20,55%), clases más divertidas (15,07%), aumenta la motivación (10,96%), y conecta la teoría con situaciones prácticas (8,22%), entre otras.

Es de destacar que la totalidad de los 44 docentes encuestados está de acuerdo o muy de acuerdo en que la ciencia recreativa favorece la motivación del alumnado. De forma similar el 97,72% está de acuerdo o muy de acuerdo respecto a que incrementa el interés por la asignatura y el 90,90% lo está respecto a que favorece el aprendizaje de conceptos teóricos.

De este modo, la ciencia recreativa es una herramienta muy valorada por el profesorado en formación puesto que permite afrontar el problema de las actitudes de los estudiantes además de tener otras cualidades como favorecer el aprendizaje o relacionar la teoría con situaciones prácticas.

Por tanto, los resultados obtenidos confluyen en la confirmación de la segunda hipótesis planteada y resaltan la relevancia de la ciencia recreativa no solo como una herramienta que ayude a evitar el deterioro de las actitudes de los estudiantes, sino como una forma de mejorarlas al mismo tiempo que se alcanza un aprendizaje significativo de la materia.

Así pues, dados estos resultados cabe considerar que con un planteamiento en el ámbito educacional menos centrado en clases teóricas y más en el uso de prácticas metodológicas como la ciencia recreativa, tendríamos una situación académica bien distinta, y quizá entonces ya no se hablara del abandono de los estudios científicos.

Perspectivas

El objetivo de esta investigación ha sido mostrar la utilidad de la ciencia recreativa vista la situación actual de la educación, en la cual se ponen de manifiesto las actitudes negativas del alumnado en cuanto al estudio de las ciencias, lo que va en detrimento de un futuro desarrollo científico.

Por otro lado, también ha pretendido abrir las puertas a nuevas perspectivas de investigación, que quieran aportar su contribución para que cambie la percepción que actualmente se tiene en el aula de las ciencias.

Entre estas perspectivas encontraríamos, por tanto que:

- Sería relevante comprobar el efecto que puede tener a largo plazo en los estudiantes el haber estudiado ciencias utilizando la ciencia recreativa y en concreto, cómo influye este hecho en el porcentaje de estudiantes que eligen realizar un bachiller científico o una carrera vinculada a las ciencias.
- Dado que con la LOMCE se separa Ciencias de la Naturaleza en Biología y Geología en 1º, y en Física y Química en 2º, convendría estudiar si esto produce diferencias entre 1º y 2º y, de ambos, respecto de 3º.
- Así mismo, como en la LOMCE desaparece prácticamente el tema de luz y sonido de la secundaria, sin ninguna justificación, cabría cuestionarse la formación futura que pudieran llegar a tener los estudiantes en esta área científica, por lo que sería muy interesante realizar estudios que evidenciaran el grado de conocimiento de aquel alumnado que no hubiera llegado a estudiar este tema y las repercusiones que ello pudiera tener.
- También podría ser de gran importancia el extender la investigación sobre las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias, a etapas previas como Primaria e Infantil, para ver si los problemas detectados como el aspecto teórico de las ciencias unido al escaso uso de la ciencia recreativa se mantienen.
- Sería también un tema de interés, el comprobar las dificultades y la opinión que puede tener un profesor de Primaria o Infantil, ante el uso de la ciencia recreativa y comparar si estas dificultades y opiniones son las mismas que se encuentran en secundaria.
- Podría resultar muy interesante hacer un estudio de contraste entre la utilización que se está haciendo en los distintos países de la comunidad europea de la ciencia recreativa y la actitud del alumnado hacia las ciencias.

8. Bibliografía

- AA.VV. (1997). Los libros de texto, Monográfico, *Alambique*, 11, 5-87.
- ACCUM, F. (1836). *Recreaciones químicas o Experimentos curiosos é instructivos que todos pueden hacer con facilidad y sin peligro*. París. Librería de Lecointe. (Reproducción facsímil en la editorial París-Valencia, Valencia, 2000).
- ALGAN, S. (1999). The Effect of physics lessons supported by lab experiments to student's success and modern mathematics and science programmes conducted in Turkey between 1962-1985. Tesis de máster, Gazi University of Science, Ankara.
- ALLEN, I. E. y SEAMAN, C. A. (2007). Likert scales and data analyses. *Quality Progress*. Julio.
- AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION. (2001). *Publication manual of the American Psychological Association* (5th ed.). Washington, DC: Author.
- AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION. (2010). *Publication manual of the American Psychological Association* (6th ed.). Washington, DC: Author.
- AMIEVA, R. (2011). Recreaciones científicas (física, químicas y matemáticas), 79-94. En *La Magia en la BNE* –catálogo de la exposición del mismo nombre–. Madrid: Biblioteca Nacional de España.
- ANDERSON, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.
- ANDERSSON, B. y BACH, F. (2004). On Designing and Evaluating Teaching Sequences Taking Geometrical Optics as an Example. *Science Education*, 89(2), pp. 196-218.
- AUSUBEL, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart y Winston.
- AUSUBEL, D. P. (1978). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- BAIN, K. (2005). *El que fan els millors professors d'universitat*. Universitat de València.

BAIRD, J. R. y PENNA, C. (1997). Perceptions of challenge in science learning. *International Journal of Science Education*, 19, 10, 1195-1209.

BLIZAK, D., CHAFIQI, F. y KENDIL, D. (2009). Students Misconceptions about Light in Algeria. *Education and Training in Optics and Photonics OSA*.

BOLAT, M. y SÖZEN, M. (2009). Knowledge levels of prospective science and physics teachers on basic concepts on sound (simple for Samsun city). *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1, 1231-1238.

BOYES, E. y STANISSTREET, M. (1991). Development of pupils' ideas about seeing and hearing—The path of light and sound. *Research in Science and Technology Education*, 9, 223–251.

BRANDLI, A. E. (1980). How can we explain physics to a kindergarten student. *American Journal of Physics*, 48, 507-508.

BRYAN, R. R., GLYNN, S. M. y KITTLESON, J. M. (2011). Motivation, Achievement, and Advanced Placement Intent of High School Students Learning Science. *Science Education*, 95(6), 1049-1065.

CAAMAÑO, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias, en Jiménez-Aleixandre, M.P (coord.), *Enseñar ciencias*. Barcelona: Graó.

CAAMAÑO, A., GÓMEZ, M. A., GUTIÉRREZ, M. S., LLOPIS, R. y MARTÍN-DÍAZ, M. J. (2001). El Proyecto Química Salters: un enfoque ciencia, tecnología, sociedad para la química del bachillerato. *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia/Tecnología/Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*, Madrid: Narcea.

CALEON, I. y SUBRAMANIAM, R. (2010). Development and Application of a Three-Tier Diagnostic Test to Assess Secondary Students' Understanding of Waves, International. *Journal of Science Education*, 32(7), pp. 939-961, DOI: 10.1080/09500690902890130

CAÑAL, P. (2006). La alfabetización científica en la infancia. *Aula infantil*, 33, 5-9.

CAÑAL, P., POZUELOS, J. F. y TRAVÉ, G. (2005). *Proyecto curricular Investigando Nuestro Mundo (6-12). Descripción general y fundamentos*. Sevilla: Díada.

CARLONE, J. (2004). The cultural production of science in reform-based physics: Girls' access, participation, and resistance. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 392-414.

CHAMELI-WIIK, D. M., HAKY, J. E., LOUDA, D. W. y ROMANCE, N. (2014). *SQER*³: An Instructional Framework for Using Scientific Inquiry To Design Classroom Demonstrations. *Journal of Chemical Education*, 91, 329-335.

CHANG, H. P., CHENB, J. Y., GUOC, C. L., CHEND, C. C., CHANGE, C. Y., LIN, S. H., SUF, W. J., LAING, K. D., HSUA, S. Y., LINA, J. L., CHENA, C. C., CHENGA, Y. T., WANGF, L. S. y TSENGF, Y. T. (2007). Investigating primary and secondary students' learning of physics concepts in Taiwan. *International Journal of Science Education*, 29(4), 465-482.

COHEN, J. (1962). The statistical power of abnormal-social psychological research: A review. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 65, 145-153.

COHEN, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

COHEN, J. (1994). The earth is round ($p < .05$). *American Psychologist*, 49, 997-1003.

COLIN, P. (2001). Two Models for a Physical Situation: the Case of Optics. Students' Difficulties, Teachers' Viewpoints and Guidelines for a "Didactic Structure". *Research in Science Education – Past, Present and Future*, pp. 241-246.

COOLICAN, H. (2009). *Research methods and statistics in psychology*. London, United Kingdom: Hodder.

COSTA, M. F. M. y DORRIO, B. V. (2010). Actividades manipulativas como herramienta didáctica en la educación científico-tecnológica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(2), 462-472.

CUELLO, J. y VIDAL, A. M.^a (1990). *Obrador d'experiments. Ciència per a l'esplai*. Barcelona: Graó.

DECI, E. L., KOESTNER, R. y RYAN, R. M. (2001). Extrinsic rewards and intrinsic motivation in education: Reconsidered once again. *Review of Educational Research*, 71, 1-27.

DEDES, C. (2005). The Mechanism of Vision: Conceptual Similarities between Historical Models and Children's Representations. *Science and Education*, 14, pp. 699-712.

DEDES, C y RAVANIS, K. (2009). History of Science and Conceptual Change: The formation of Shadows by Extended Light Sources. *Science & Education*, 18(9), pp. 1135-1151.

DEN BROK, P., FISHER, D. y SCOTT, R. (2005). The importance of Teacher Interpersonal Behaviour for Student Attitudes in Brunei Primary Science Classes. Research Report. *International Journal of Science Education*, 27 (7), 765-779.

EINSTEIN, A. y INFELD, L. (1986). *La evolución de la física*. Barcelona. Salvat.

EISEN, Y. y STAVI, R. (1992). Material cycles in nature, a new approach to teaching photosynthesis in junior high school. *The American Biology Teacher*, 54 (6), 339-342.

ELLIOT, A. J. y CHURCH, M. A. (1997). A hierarchical model of approach and avoidance achievement motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 72, 218-232.

ELLIOT, A. J., y MCGREGOR, H. (2001). A 2x2 achievement goal framework. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80, 501-519.

ELLIS, P. D. (2009). Thresholds for interpreting effect sizes. Recuperado el 11 de mayo de 2016 de:

http://www.polyu.edu.hk/mm/effectsizefaqs/thresholds_for_interpreting_effect_sizes2.html

ESHACH, H. y SCHWARTZ J. L. (2006). Sound stuff? Naïve materialism in middle-school students' conceptions of sound. *International Journal of Science Education*, 28(7), 733-764.

ESTALELLA. J. (1918) *Ciencia recreativa. Enigmas y problemas, observaciones y experimentos, trabajos de habilidad y paciencia*. Barcelona: Gustavo Gili. (En 2008 se editó una copia en facsímil, acompañada de comentarios actuales: *Ciencia recreativa. Facsímil y comentarios*. Murcia: Fundación Séneca).

Esteve, A. y Solbes, J. (2017). El desinterés de los estudiantes por las Ciencias y la Tecnología en el Bachillerato y los estudios universitarios. *Enseñanza de las*

Ciencias, número extra. X Congreso Internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias, 573-578.

FAYER, L. A. (2010). *Student and instructor perceptions of the use of inquiry practices in a biology survey laboratory course*. North-eastern Illinois University/University of South Dakota, Division of Curriculum and Instruction Secondary Science in the Graduate School.

FAVALE, F. y BONDANI, M. (2014). Misconceptions about optics: an effect of misleading explanations? *12th Education and Training in Optics and Photonics Conference*.

FEATONBY, D. (2005). Toys and physics. *Physics Education*, 40, 537-543.

FENSHAM, P. J. (2004). Beyond Knowledge: Other Scientific Qualities as Outcomes for School Science Education. En R. M. Janiuk y E. Samonek-Miciuk (Ed.), *Science and Technology Education for a Diverse World – dilemmas, needs and partnerships*. International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) Xith Symposium Proceedings. pp. 23-25. Lublin, Poland: Maria Curie-Sklodowska University Press.

FERRAZ, A. (1974). *Teorías sobre la naturaleza de la luz. De Pitágoras a Newton*. Madrid: Dossat.

FERRER, C. y CROS, A. (2004). La física en el bolsillo: experimentos sencillos de electricidad, *Alambique*, 39,79-85.

FERSMAN, A. E. (1973). *Geoquímica recreativa*. Moscú: MIR.

FETHERSTONHAUGH, A. R. (1990). Misconceptions and light: a curriculum approach. *Research in Science Education*, 20, 105-113.

FEYNMAN, R. (1969). What's science? *The Physics Teacher*, 9, 313-320.

FIELD, A. (2009). *Discovering Statistics using SPSS (and sex and drugs and rock'n'roll)*. London: Sage.

FRITZ, C. O., MORRIS, P. E. y RICHLER, J. J. (2012). Effect Size Estimates: Current Use, Calculations, and Interpretation. *Journal of Experimental Psychology*, 141(1), 2-18.

- FURIÓ, C. y VILCHES, A. (1997). Las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias y las relaciones CTS, en Del Carmen (Coor). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori, 47-71.
- FURTAK, E. M., SEIDEL, T., IVERSON, H. y BRIGGS, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching. *Review of Educational Research*, 82, pp. 300-329.
- GALILI, I. (1996). Student's conceptual change in geometrical optics. *International Journal of Science Education*, 18(7), pp. 847-868.
- GALILI, I. y BENDAL, S. (1993). The effects of prior knowledge and instruction on understanding image formation. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (3), 271-301.
- GALILI, I. y HAZAN, A. (2000a). Learners' knowledge in optics: Interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education*, 22(1), 57-88.
- GALILI, I. y HAZAN, A. (2000b). The influence of an historically oriented course on student's content knowledge in optics evaluated by means of facets-schemes analysis. *American Journal of Physics*, 68, pp. 3-15.
- GARCIA-MOLINA, R. (2003a). Jugando con la física. *Educación en el 2000, Revista de Formación del Profesorado* 7, pp. 33-35.
- GARCIA-MOLINA, R. (2003b) Física, juguetes, regalos... y otras cosas, pp. 9-34 en *Otros enfoques didácticos para las clases de Ciencias*, Albacete: Iberlibro.
- GARCÍA-MOLINA, R. (2003c) ¿Qué chorro llega más lejos? *Simple+mente física*: núm. 20. <http://bohr.inf.um.es/miembros/rgm/s+mf/20s+mf.pdf>
- GARCIA-MOLINA, R. (2005). La divulgación sirve para emocionar con la física. *El Heraldo de Aragón* 31/05/2005.
- GARCIA-MOLINA, R. (2006). Jugando con la Física. *Átomo-Revista para profesores de Física y Química*, ed. SM, 9 pp. 2-3.
- GARCÍA-MOLINA, R. (2011). Ciencia recreativa: un recurso didáctico para enseñar deleitando. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8 (Núm. Extraordinario), pp. 370-392.

GARCÍA-MOLINA, R. (2013). Cinco experiencias sencillas de física moderna, *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 75, 28-35.

GAVIDIA, V. (2008). Las actitudes en la educación científica. . *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 22, 53-66.

GAVIDIA, V y RODES, M. J. (1999) Las actitudes hacia la salud. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales* 22, 87-96.

GEORGE, R. (2006). A Cross domain Analysis of Change in Students' Attitudes toward Science and Attitudes about the Utility of Science. *International Journal of Science Education*, 28(6), 571-589.

GIBSON, H. L. y CHASE, C. (2002). Longitudinal Impact of an Inquiry-Based Science. Program on Middle School Students' Attitudes Toward Science. *Science Education*, 86, 693-705.

GIL, D. (1993). Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.

GIL QUÍLEZ, M. J., DE LA GÁNDARA GÓMEZ, M., DIES ÁLVAREZ, M. E. y MARTÍNEZ PEÑA, B. (2011). Animales extraordinarios: la construcción y uso de modelos en la Escuela Primaria. *Investigación en la Escuela*, 74, 89-100.

GIL QUÍLEZ, M. J., MARTÍNEZ PEÑA, M. B. y CORDERO, S. (2017). Grabaciones de situaciones de aula para la formación del profesorado. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1 (1), 58-73.

GOODSTEIN, D. L. (1992). *El universo mecánico* (vídeo). Madrid: Arait Multimedia.

GRAVETTER, F. J. y WALLNAU, L. B. (2013). *Statistics for the Behavioral Sciences*. Belmont: Wadsworth Publishing.

GREEN, S. K. (2002). Using an expectancy-value approach to examine teachers' motivational strategies. *Teaching and Teacher Education*, 18, 989-1005.

GÜÉMEZ, J., FIOLEAIS, C. y FIOLEAIS, M. (2010). Juguetes en clases y demostraciones de Física. *Revista Iberoamericana de Física* (agosto), 1-2.

GUESNE, E. (1989). La luz. En Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien A. *Ideas científicas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata/ M E C, 31-61.

- GUILFORD, J. P. (1954). *Psychometric Methods*. New York: McGraw-Hill.
- HAÜSERMANN, G. (2011). La enseñanza de la física a través de los juguetes. *Alambique* 67, 79-87.
- HERNÁNDEZ, J. y SOLBES, J. (1995). El papel de las ciencias en la enseñanza secundaria: Un análisis sobre los cuatro años de experimentación. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (2), 257-260.
- HERNÁNDEZ, J., SOLBES, J. y VILCHES, A., 2001. Reflexiones sobre el currículum de física y química en el Decreto de Humanidades. *Alambique*, 29, 95-102.
- HERPIN, J. C. (1824). *Récréations Chimiques ou recueil d'expériencies curieuses et instructives*. Paris: Audot, Libraire-Éditeur.
- HOFFMANN, L. (1985). Differences in the subjective conditions of interests in physics and technology for boys and girls. En *Girls and Science and Technology. The third international GASAT conference*. Supplementary contributions, (pp. 70-78). London: Chelsea College.
- HUBBER, B. (2005). Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 6 (1), 1.
- HUBERTY, C. J. (2002). A history of effect size indices. *Educational and Psychological Measurement*, 62, pp. 227-240.
- HREPIC, Z., ZOLLMAN, D. A. y REBELLO, N. S. (2010). Identifying students' mental models of sound propagation: The role of conceptual blending in understanding conceptual change. *Physics Education Research*, 6(2), 020114.
- JASMIN, D. y VAN DEN BERG, E. (2010, Julio). Pollen Spreads Inquiry-Based Science Education throughout Europe. *eLearning Papepers*, 1-9.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P., GALLÁSTEGUI, J. R., EIREXAS, F. y PUIG, B. (2009). *Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en ciencias*. Santiago de Compostela: Danú.
- JIMÉNEZ-LISO, M. R. y DE MANUEL TORRES, E. (2009). El regreso de la Química cotidiana: ¿regresión o innovación? *Enseñanza de las Ciencias*, 27 (2), 257-272.

JULIA DE FONTENELLE, J. S. E. (1826). *Manuel de physique amusante, contenant une suite d'expériences curieuses, instructives et d'une exécution facile, ainsi que diverses applications aux arts et à l'industrie*. París: Librairie Encyclopédique de Roret.

KAYA, H. y BÖYÜK, U. (2011). Attitude towards physics lessons and physical experiments of the high school students. *European Journal of Physics Education*, 2 (1), 38-49.

KIRSCHNER, P. A., SWELLER, J. y CLARK, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41 (2), 75-86.

KOST, L. E., POLLOCK, S. J. y FINKELSTEIN, N. D. (2009). Characterizing the gender gap in introductory physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 5 (1), 1-14.

KOTUL'ÁKOVÁ, K. y OROLÍNOVÁ, M. (2013). Inquiry based science education in continual professional development program of in-service teachers. *XII Conferencia de ESERA*. Chipre, diciembre.

KUBLI, F. (2006). Teachers should not only inform but also entertain. *Science and Education*. DOI 10.1007/s1191-006-9012-3. Disponible en:

<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs1191-006-9012-3>

LACHAPELLE, S. (2008). From the stage to the laboratory: magicians, psychologists, and the science of illusion. *Journal of the History of the Behavioral Sciences*, 44(4), 319-334.

LACHAPELLE, S. (2009). Science on stage: amusing physics and scientific wonder at the nineteenth-century french theatre, *History of Science XLVII*, 297-315.

LA ROSA, C., MAYER, M., PATRIZI, P. y VICENTINI-MISSONI, M. (1984). Commonsense knowledge in optics: Preliminary results of an investigation into the properties of light, *European Journal of Science Education*, 6 (4), pp. 387-397.

LASSO DE LA VEGA, J. (1835). *Las ciencias enseñadas por medio de juegos o teorías científicas*. Cádiz: Imprenta de Feros.

LAWRENZ, F., WOOD, N., KIRCHHOFF, A., KIM, N. y EISENKRAFT, A. (2009). Variables affecting physics achievement. *Journal of Research in Science Teaching in press*, 46(9), 961-976.

LEVINSTEIN, H. (1982). The physics of toys. *The Physics Teacher*, 20, 358-365.

LINN, M. C., DAVIS, E. A. y BELL, P. (2004) Inquiry and technology. In M. Linn, E. A. Davis y P. Bell (Eds.), *Internet environments for science education*, pp. 3-28. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

LÓPEZ GARCÍA, V. (2004). La física de los juguetes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1, 17-30.

LÓPEZ, L. B. (2009). *Dificultades conceptuales en el proceso de enseñanza aprendizaje del concepto de sonido en estudiantes de noveno grado de educación básica*. Trabajo de Investigación de Tercer ciclo. Universidad de los Andes.

LOZANO, O. R. (2006). *Análisis del uso de la ciencia recreativa en la enseñanza de la física y química y la tecnología y sus consecuencias en el alumnado*. Trabajo de Investigación de Tercer ciclo. Departament de didàctica de les ciències experimentals. Universitat de València.

LOZANO, O. R. (2012). *La ciencia recreativa como herramienta para motivar y mejorar la adquisición de competencias argumentativas*. Dirigida por Solbes, J. y García-Molina, R. Tesis doctoral. Universitat de València. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.

LOZANO, O. R., GARCIA-MOLINA, R, y SOLBES, J. (2007). Cuatro juegos que ilustran la conservación de la energía. *Alambique*, 54, pp. 115-118.

LOZANO, O. R., SOLBES, J. y GARCÍA-MOLINA, R. (2012). Contribución de la ciencia recreativa al desarrollo de competencias argumentativas y actitudinales. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 71, 70-80.

LOZANO, O. R. y SOLBES, J. (2014). *85 experimentos de física cotidiana*. Barcelona: Grao.

MARTÍNEZ BORREGUERO, G., CAÑADA CAÑADA, F. L., NARANJO CORREA, F. L. y DÁVILA ACEDO, M^a A. (2016). Autorreflexión de emociones sentidas en el

laboratorio de física para mejorar la competencia científica de maestros en formación. *III Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias SIEC 2016*.

MARTÍNEZ-CHICO, M.; JIMÉNEZ LISO, M.R., LÓPEZ-GAY, R. (2015). Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 12(1), 149-166.

MARTÍNEZ-CHICO, M.; LÓPEZ-GAY, R.; JIMÉNEZ LISO, M.R. (2014) ¿Es posible diseñar un programa formativo para enseñar ciencias por Indagación basada en Modelos en la formación inicial de maestros? Fundamentos, exigencias y aplicación. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*; 28 153-173.

MARTÍNEZ MORENO, H., MARTÍNEZ NAVARRO, F., CASILLAS SANTANA, M. C., DELGADO BERMEJO, M., GUERRA QUEVEDO, D., BOTÍN HERNÁNDEZ, P., LÓPEZ PÉREZ, P., MORERA MARANTE, P., RIVERO MENDOZA, D. y VALENCIA SUÁREZ, O. (2004). La ciencia recreativa. Con la ciencia sí se juega. *XXI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Donostia, septiembre, 2004.

MARTÍNEZ PEÑA, M. B., GIL QUÍLEZ, M. J. y DE LA GÁNDARA, M. (2016). Aportación de las experiencias a la construcción de modelos: el suelo como sistema. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 24 (2), 182-189.

MARUSIC, M., y SLISKO, J. (2012a). Influence of Three Different Methods of Teaching Physics on the Gain in Students' Development of Reasoning. *International Journal of Science Education*, 34(2), 301-326.

MARUSIC, M. y SLISKO, J. (2012b). Many high-school students don't want to study physics: active learning experiences can change this negative attitude! *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 34(3), pp.1-11.

MATOS DELGADO, J. M., MARTÍNEZ, M., BUENO GARESSE, E., DÍEZ RODRÍGUEZ, M. C., DOMÍNGUEZ RUIZ, J., OLIVA MARTÍNEZ, J. M., OSUNA GARCÍA, J. y VÁZQUEZ PÉREZ, A. (1999). *Ciencia recreativa y aprendizaje escolar*. Proyecto de Investigación Educativa. Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía.

MANASSERO, M. A., VÁZQUEZ, A. y ACEVEDO, J. A. (2001). *Avaluació dels temes de Ciència, Tecnologia i Societat*. Conselleria d'Educació i Cultura. Illes Balears.

- MANDEL, M. (1976). *Física recreativa*. Madrid: Altea ed.
- MAZENS, K. y LAUTREY, J. (2003). Conceptual change in physics: children's naive representations of sound. *Cognitive Development*, 18, 159-176.
- MCCULLOUGH, J. y MCCULLOUGH, R. (2001). *The Role of Toys in Teaching Physics*. College Park, Maryland: American Association of Physics Teachers.
- MENCHEN, V. K. (2005). Investigations of student understanding of sound propagation and resonance. Thesis of master degree. University of Maine.
- MERINO, M. J. (1998). Some difficulties in teaching the properties of sounds. *Physics Education*, 33(2), 101-104.
- MORALES VALLEJO, P. (2010). *Guía para construir cuestionarios y escalas de actitudes*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.
- MUNBY, H. (1983) Thirty studies involving the "Scientific Attitude Inventory": What confidence can we have in this instrument? *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 141-162.
- MURPHY, C., AMBUSAI, A., y BEGGS, J. (2006). Middle East Meets West: Comparing Children's Attitudes to School Science. *International Journal of Science Education*, 28(4), 405-422.
- MURPHY, C. y BEGGS, J. (2003). Children perceptions of school science. *School Science Review*, 84(308), 109-116.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- NOLLET, A. (1770) *L'art des expériences, ou avis aux amateurs de la physique*. Paris: Chez P. E. G. Durand.
- NOVAK, J. D. (1990). Concept mapping: A useful tool for science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 937-649.
- OSBORNE, J. y DILLON, J. (2008). *Science education in Europe: critical reflections*. The Nuffield Foundation: London.
- OSUNA GARCIA, L., MARTÍNEZ TORREGROSA, J., CARRASCOSA ALÍS, J. y VERDÚ CARBONELL, R. (2007). Planificando la enseñanza problematizada: El ejemplo de

la óptica geométrica en educación secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 25(2), pp. 277-294.

OSUNA GARCIA, L., MARTÍNEZ TORREGROSA, J. y MENARGUES MARCILLA, A. (2012). Evaluación de la enseñanza problematizada sobre la luz y la visión en la educación secundaria obligatoria. *Enseñanza de las ciencias*, 30(3), pp. 295-317.

OZANAM, M. (1778) *Récréations mathématiques et physiques*. Paris: Chez Cl. Ant. Jombert.

PALACIOS, S. L. (2007). El cine y la literatura de ciencia ficción como herramientas didácticas en la enseñanza de la física: una experiencia en el aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (1), 106-122.

PALMER, D. (2005). A motivational view of constructivist-informed Teaching. *International Journal of Science Education*, 27, 1853-1881.

PALOMAR FONS, R. (2013). *Enseñanza y aprendizaje de la astronomía en el bachillerato*. Dirigida por Solbes, J. Tesis doctoral. Universitat de València. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.

PEDRINACI, E., CAAMAÑO, A., CAÑAL, P. y DE PRO BUENO, A. (2012). *El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó.

PELL, T. y JARVIS, T. (2001). Developing attitude to science scales for use with children of ages from five to eleven years. *International Journal of Science Education*, 23, 847- 862.

PERALES PALACIOS, F. J. (1991). Ideas previas en óptica geométrica: un estudio descriptivo. *Investigación en la escuela*, 13, 77-84.

PERALES PALACIOS, F. J. (1994). Enseñanza de la Óptica. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 1, 133-138.

PERALES PALACIOS, F. J. (1997). Escuchando el sonido: concepciones sobre acústica en alumnos de distintos niveles educativos. *Enseñanza de las ciencias*, 15(2), 233-247.

PERALES PALACIOS, F. J. (2013). Acústica y óptica, ¿dos caras de la misma moneda? *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 75, 36-45.

PERELMAN, Y. (1971). *Física Recreativa*. Barcelona: Martínez Roca.

PÉREZ, A. y PRO, A. (2013). Estudio demoscópico de lo que sienten los niños y adolescentes sobre la enseñanza formal de las ciencias. En Mellado V., Blanco L. J., Belén A y Cárdenas J. A. (Ed.). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y la matemáticas*. Badajoz: DEPROFE, 2, 495-520. En:

<http://www.eweb.unex.es/eweb/dcem/Capitulo22.pdf>

PETERSON, J. L., PUHL, R. M. y LUEDICKE, J. (2012). An experimental assessment of Physical Educators' expectations and attitudes: the importance of student weight and gender. *Journal of school health*, 82, 9, 432-440.

PICKENS, M. y EICK, C. J. (2009). Studying Motivational Strategies Used by Two Teachers in Differently Tracked Science Courses. *Journal of Educational Research*, 102(5), 349-362.

PINTRICH, P. R. y SCHUNK, D. H. (1996). *Motivation in education: Theory, Research, and 15. Application*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall Inc.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA. INSTITUTO DE EVALUACIÓN. (2007). PISA 2006 Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE. Informe Español. Madrid: Autor. En:

<http://www.mecd.gob.es/multimedia/00005713.pdf>

POLLEN. (2009). *Pollen: Seed Cities for Science*. Montrouge: La Main à la pate. En: <http://www.pollen-europa.net/>

POTVIN, P Y HASNI, A. (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: a systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85-129.

POZO, J. I. y GÓMEZ, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.

RABADÁN VERGARA, J. M. (2012). La enseñanza y aprendizaje de las ciencias mediante la indagación como factor determinante en la mejora de la calidad de los aprendizajes de los alumnos. V Congreso Mundial de Estilos de Aprendizaje. Santander, España. Junio 27-29, 2012.

REUEN, G. (1969). *Electrónica recreativa*. Madrid: Santillana.

ROBLES, A., SOLBES, J., CANTÓ, J. R. y LOZANO, O. R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 361-376.

ROCARD, M., CSERMELY, P., JORDE, D., LENZEN, D., WALBERG-HENRIKSSON, H. y HEMMO, V. (2007). *Science education Now: A renewed Pedagogy for the future of Europe*. Belgium: European Commission. En:

http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

RUIZ, D., MARTÍNEZ, L. y PARGA, D. (2009). Creencias de los profesores de preescolar y primaria sobre ciencia, tecnología y sociedad, en el contexto de una institución rural. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 25, 41-61.

RYAN, R. M. y DECI, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 54-67.

SADKER, M. y SADKER, D. (1994). *Failing at Fairness: How American Schools Cheat Girls*. Nueva York: Scribner.

SARQUIS, J. (1996). *Exploring Matter with Toys*. Terrific Science Press. Ohio: McGraw Hill.

SARQUIS, J., HOGUE, L., SARQUIS, M. y WOODWARD, L. (1997). *Investigating solids, liquids, and gases with toys*. Terrific Science Press. Ohio: McGraw Hill.

SARQUIS, J., SARQUIS, M. y WILLIAMS, J. P. (1995). *Teaching chemistry with toys*. Terrific Science Press. Ohio: McGraw Hill.

SAURA LLAMAS, O. y DE PRO BUENO, A. (1999). ¿Utilizan los alumnos esquemas conceptuales en la interpretación del sonido? *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 193-210.

SCHMIDT, H. J. (1997). Students' misconceptions-looking for a pattern. *Science Education*, 81, 123-135.

SCHMITT, N. (1996). Uses and abuses of Coefficient Alpha. *Psychological Assessment*, 8 (4), pp. 350-353.

SCHREINER, C. y SJØBERG, S. (2004). Sowing the seeds of ROSE. Background, Rationale, Questionnaire Development and Data Collection for ROSE (The

Relevance of Science Education) –a comparative study of students' views of science and science education. *Acta Didactica* 4/2004. Oslo: Dept. of Teacher Education and School Development, University of Oslo.

SIMARRO-RODRÍGUEZ, C. y COUSO, D. (2013). Visiones del profesorado de ciencias sobre el trabajo experimental: análisis desde un marco de indagación. *IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*.

SIMPSON, R. D., KOBALA, T. R., OLIVER, J. S. y CRAWLEY, F. E. (1994). Research on the affective dimension of science learning. En Gabel, D.L (Ed.). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: McMillan Pub Co.

SINUS BAVARIA: Exploring new paths of teaching Mathematics and Science. (2010). Germany: Bavarian State Ministry of Education and Cultural Affairs. En:

http://sinus.uni-bayreuth.de/math/ISB_SINUS_Bavaria.pdf

SJØBERG, S. y SCHREINER, C. (2006). How do students perceive science and technology? *Science in School* 1, 66-69.

SJØBERG, S. y SCHREINER, C. (2010). The ROSE project. An overview and key findings. Disponible en:

<http://roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-Sjoberg-Schreiner-overview-2010.pdf>

SMITH, J. P., DISESSA, A., A. y ROSCHELLE, J. (1993). Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of Knowledge in transition. *The Journal of the Learning Sciences*, 3, 115-163.

SOLBES, J. (1999). Los valores en la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 22, 97-109.

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.

SOLBES, J. (2011a). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique*, 67, 53-62.

SOLBES, J. (2011b). Indagación sobre la visión. En Jimenez-Aleixandre, M^a P (Ed.). *Cuaderno de indagación en el aula y competencia científica*, 102-121. Madrid: Ministerio de Educación.

SOLBES, J. (2013). El abandono de los estudios de física: posibles causas y algunas propuestas de solución. *23º encuentro Ibérico sobre la enseñanza de la física*. Valencia: RSEF.

SOLBES, J., DOMÍNGUEZ-SALES, M. C., FERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, J., FURIÓ, C., CANTÓ, J. R. y GUIASOLA, J. (2013). ¿El profesorado de física y química incorpora los resultados de la investigación didáctica? *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 22, 155-178.

SOLBES, J., FURIÓ, C., GAVIDIA, V y VILCHES, A. (2004). Algunas consideraciones sobre la incidencia de la investigación educativa en la enseñanza de las ciencias. *Investigación en la escuela*, 52, 103-109.

SOLBES, J. y GAVIDIA, V. (2013). Análisis de las Especialidades de Física y Química y de Biología y Geología del máster de profesorado de educación secundaria de la Universidad de Valencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 582-593.

SOLBES, J., LOZANO, O. R. y GARCÍA-MOLINA, R. (2008) Juegos, juguetes y pequeñas experiencias tecnocientíficos en la enseñanza aprendizaje de la Física y Química y la Tecnología. *Investigación en la Escuela*, 65, 71-87.

SOLBES, J., LOZANO, O. R. y GARCÍA-MOLINA, R. (2009) Análisis del uso de la ciencia recreativa en la enseñanza de materias científicas y técnicas en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 1754-1758.

SOLBES, J., MONTSERRAT, R. y FURIÓ, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91-117.

SOLBES, J. y VILCHES, A. (2004). Papel de las relaciones CTSA en la formación ciudadana. *Enseñanza de las ciencias*, 22 (3), 337-348.

SOLBES, J. Y ZACARÉS, J. (1993). ¿Qué sucede con la enseñanza de la óptica?, *Revista Española de Física*, 7 (4), 38-44.

- SOLIS, C. y SELLÉS, M. (2005). *Historia de la Ciencia*. Madrid: Espasa.
- SÖZEN, M. y BOLAT, M. (2011). Determining the misconceptions of primary school students related to sound transmission through drawing. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 1060-1066.
- SPEERING, W. y RENNIE, L. (1996). Students' perceptions about science: The impact of transition from primary to secondary school. *Research in Science Education*, 26(3), 283-298.
- SRINIVASAN, V. (1981). Physics through games. *American Journal of Physics*, 49, 391.
- STAECK, L. (1995). Perspectives for biological education-challenge for biology instruction at the end of the 20th century. *Hacettepe University Journal of Education*, (11), 29-35.
- TAYLOR, B. A. P. (1998). *Exploring energy with toys*. Terrific Science Press. Ohio: McGraw Hill.
- TAYLOR, B. A. P., POTH, J. y PORTMAN, D. J. (1995). *Teaching physics with toys*. Terrific Science Press. Ohio: McGraw Hill.
- TAYLOR, B. A. P., WILLIAMS, J. P., SARQUIS, J. y POTH, J. (1990). Teaching Science With Toys: A Model Program for Inservice Teacher Enhancement. *Journal of Science Teacher Education*, 1, 70-73.
- TISSANDIER, G. (1884). *Recreaciones científicas o la Física y la Química sin aparatos ni laboratorio y solo por los juegos de la infancia*. Madrid: Cárlos Bailly-Bailliere. (Reproducción facsímil en la editorial Alta Fulla, Barcelona, 2003).
- TIT, T. (1892). *La Science Amusante (Deuxième Sèrie)*, 187. París: Librairie Larousse.
- TIT, T. (1897). *Ciencia recreativa*. Madrid: Librería de Victoriano Suárez.
- TREIBLMAIER, H. y FILZMOSE, P. (2009). *Benefits from using continuous rating scales in online survey research*. Vienna: Vienna University of Economics and Business.

- VARELA NIETO, P. y MARTÍNEZ AZNAR, M. (2004). Los juguetes: un reto para enseñar y divulgar física. *XXI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Donostia, septiembre.
- VÁZQUEZ, A. (1997). Imagen de la ciencia en estudiantes mallorquines de secundaria. *Revista de Ciència*, 21, 121-132.
- VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M. A. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual. *Enseñanza de las ciencias*, 13, 337- 346.
- VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5 (3), 274-292.
- VELAYUTHAM, S., ALDRIDGE, J. y FRASER, B. (2011). Development and Validation of an Instrument to Measure Students' Motivation and Self-Regulation in Science Learning. *International Journal of Science Education*, 33 (15), 2159–2179.
- VÉLEZ DE PAREDES, E. (1870). *Manual de química divertida, ó sea recreaciones químicas*. París. Librería de Rosa y Bouret.
- VINAGRE ARIAS, F., MULERO, M^a R. y GUERRA, J. F. (1998) *Cuestiones curiosas de química*. Madrid: Alianza Editorial.
- VOLLMER, M. y MÖLLMANN, K. P. (2012). Low cost hands-on experiments for Physics Teaching. *Latin American Journal of Physics Education*, 6, 1, 3-9.
- WAGNER, M. G. y WERNBACHER, T. (2013). Iterative Didactic Design of Serious Games. *Registro de la conferencia Foundations of Digital Games (FDG13)*. La Canea, Grecia, Mayo 14-17, 2013.
- WHITE, R. (1959). Motivation reconsidered: The concept of competence. *Psychological Review*, 66, 297-333.
- WINDSCHITL, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87 (1), 112-143.
- ZELDIN, A. y PAJARES, F. (2000). Against the Odds: Self-Efficacy Beliefs of Women in Mathematical, Scientific and Technological Careers. *American Educational Research Journal*, 37(1), 215-246.

9. Anexos

ANEXO I. Pruebas estadísticas de Kolmogorov-Smirnov

A continuación se muestran las pruebas de Kolmogorov-Smirnov realizadas con la corrección de significación de Lilliefors. Dado que en la mayoría de casos se detectan diferencias estadísticamente significativas, no se ha señalado como en las tablas anteriores con un asterisco los valores que cumplen esta condición ($p < 0,05$).

Total 1º. Grupo 1º-2º (N= 156)					
Ítems	Media	D. E.	D K-S	P sign. bl.	
Interés ciencia	7,08	1,41	0,130	0,000	
Encontrar trabajo.	8,67	1,68	0,225	0,000	
Formarme como ciudadano	7,42	1,99	0,141	0,000	
Saber más	7,82	1,91	0,168	0,000	
Deseo de los padres	7,29	2,48	0,145	0,000	
Valoración social del título	8,34	1,83	0,187	0,000	
Saber hacer cosas	8,27	1,66	0,177	0,000	
Motivación Intrínseca	7,83	1,46	0,115	0,000	
Motivación Extrínseca	8,10	1,59	0,115	0,000	
Inglés	Interés	2,79	0,82	0,257	0,000
	Utilidad	3,60	0,71	0,368	0,000
	Diversión	2,58	0,74	0,281	0,000
	Facilidad	2,60	0,90	0,215	0,000
	Práctica	2,63	0,85	0,194	0,000
	Media	2,84	0,62	0,135	0,000

Ciencias de la Naturaleza	Interés	3,39	0,64	0,258	0,000
	Utilidad	3,22	0,62	0,273	0,000
	Diversión	2,96	0,66	0,300	0,000
	Facilidad	2,80	0,70	0,258	0,000
	Práctica	2,28	0,83	0,239	0,000
	Media	2,93	0,48	0,105	0,000
Matemáticas	Interés	2,83	0,88	0,209	0,000
	Utilidad	3,47	0,70	0,294	0,000
	Diversión	2,64	0,86	0,219	0,000
	Facilidad	2,50	0,93	0,184	0,000
	Práctica	3,23	0,90	0,226	0,000
	Media	2,94	0,61	0,080	0,016
Lengua Castellana	Interés	2,78	0,80	0,225	0,000
	Utilidad	3,09	0,83	0,201	0,000
	Diversión	2,39	0,83	0,218	0,000
	Facilidad	2,72	0,77	0,231	0,000
	Práctica	2,30	0,96	0,173	0,000
	Media	2,65	0,63	0,106	0,000
Lengua Autonómica	Interés	2,27	0,86	0,224	0,000
	Utilidad	2,43	0,93	0,204	0,000
	Diversión	2,06	0,78	0,244	0,000
	Facilidad	2,89	0,83	0,205	0,000
	Práctica	2,50	0,91	0,195	0,000
	Media	2,43	0,62	0,090	0,004
Educación Física	Interés	3,36	0,72	0,247	0,000
	Utilidad	3,02	0,89	0,204	0,000
	Diversión	3,48	0,74	0,299	0,000
	Facilidad	3,31	0,79	0,254	0,000

	Práctica	3,53	0,72	0,315	0,000
	Media	3,34	0,59	0,130	0,000
Ciencias Sociales	Interés	3,05	0,85	0,226	0,000
	Utilidad	3,08	0,69	0,270	0,000
	Diversión	2,51	0,81	0,227	0,000
	Facilidad	2,45	0,81	0,200	0,000
	Práctica	2,03	0,88	0,255	0,000
	Media	2,62	0,59	0,093	0,002
	Ed. Plástica y Visual	Interés	2,65	0,94	0,197
Utilidad		2,23	0,83	0,192	0,000
Diversión		2,71	0,97	0,215	0,000
Facilidad		2,75	0,93	0,235	0,000
Práctica		3,11	0,99	0,236	0,000
Media		2,69	0,74	0,098	0,001
Tecnología	Interés	2,69	0,96	0,228	0,000
	Utilidad	2,46	0,94	0,171	0,000
	Diversión	2,56	0,95	0,198	0,000
	Facilidad	2,76	0,91	0,208	0,000
	Práctica	2,65	0,98	0,204	0,000
	Media	2,62	0,76	0,089	0,004
Prácticas de laboratorio		9,25	1,24	0,274	0,000
Trabajos de taller		8,06	2,10	0,178	0,000
Explicaciones teóricas		4,53	3,03	0,138	0,000
Visitas a fábricas...		8,41	2,01	0,214	0,000
Uso de juegos y juguetes		7,95	2,64	0,219	0,000
Problemas numéricos		4,81	3,12	0,120	0,000
Videos		7,77	2,34	0,187	0,000
Comentario de noticias		6,59	2,54	0,160	0,000

Tertulias, debates	7,50	2,55	0,180	0,000
Experiencias demostrativas	7,86	2,07	0,151	0,000
Trabajos de investigación	8,04	2,44	0,211	0,000
Elaboración de murales	7,48	2,49	0,197	0,000
Uso de ordenadores	8,96	1,58	0,255	0,000
Role-playing	8,25	2,34	0,227	0,000

Chicos 1º. Grupo 1º-2º (N= 79)					
Ítems	Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.	
Interés ciencia	7,20	1,44	0,153	0,000	
Motivación Intrínseca	7,86	1,49	0,132	0,002	
Motivación Extrínseca	8,09	1,32	0,099	0,055	
Ciencias de la Naturaleza	Interés	3,43	0,66	0,286	0,000
	Utilidad	3,13	0,66	0,278	0,000
	Diversión	2,97	0,67	0,304	0,000
	Facilidad	2,83	0,83	0,216	0,000
	Práctica	2,34	0,90	0,179	0,000
	Media	2,94	0,52	0,112	0,016
Inglés	Media	2,78	0,67	0,169	0,000
Matemáticas	Media	2,91	0,68	0,118	0,009
Lengua Castellana	Media	2,52	0,63	0,109	0,022
Lengua Autonómica	Media	2,43	0,64	0,094	0,082
Educación Física	Media	3,45	0,53	0,168	0,000
Ciencias Sociales Media	Media	2,69	0,63	0,106	0,028
Ed. Plástica y Visual	Media	2,67	0,72	0,116	0,010

Tecnología	Media	2,78	0,74	0,132	0,002
------------	-------	------	------	-------	-------

Chicas 1º. Grupo 1º-2º (N= 77)					
Ítems		Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.
Interés ciencia		6,96	1,38	0,121	0,007
Motivación Intrínseca		7,81	1,44	0,117	0,011
Motivación Extrínseca		8,11	1,83	0,150	0,000
Ciencias de la Naturaleza	Interés	3,35	0,62	0,229	0,000
	Utilidad	3,30	0,57	0,275	0,000
	Diversión	2,95	0,66	0,296	0,000
	Facilidad	2,78	0,55	0,319	0,000
	Práctica	2,21	0,75	0,297	0,000
	Media	2,92	0,44	0,121	0,007
Inglés	Media	2,90	0,56	0,115	0,014
Matemáticas	Media	2,96	0,53	0,122	0,006
Lengua Castellana	Media	2,79	0,60	0,138	0,001
Lengua Autonómica	Media	2,43	0,59	0,104	0,039
Educación Física	Media	3,22	0,62	0,134	0,002
Ciencias Sociales Media	Media	2,56	0,55	0,102	0,046
Ed. Plástica y Visual	Media	2,71	0,76	0,141	0,001
Tecnología	Media	2,47	0,75	0,102	0,047

Total 2º. Grupo 1º-2º (N= 156)					
Ítems	Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.	
Interés ciencia	6,77	2,00	0,139	0,000	
Encontrar trabajo.	8,56	1,92	0,226	0,000	
Formarme como ciudadano	6,67	2,10	0,126	0,000	
Saber más	7,37	1,89	0,172	0,000	
Deseo de los padres	6,35	2,78	0,188	0,000	
Valoración social del título	7,79	2,26	0,209	0,000	
Saber hacer cosas	7,78	1,67	0,159	0,000	
Motivación Intrínseca	7,27	1,37	0,113	0,000	
Motivación Extrínseca	7,57	1,69	0,144	0,000	
Inglés	Interés	2,95	0,75	0,228	0,000
	Utilidad	3,77	0,40	0,403	0,000
	Diversión	2,73	0,84	0,209	0,000
	Facilidad	2,60	0,77	0,234	0,000
	Práctica	2,78	0,81	0,215	0,000
	Media	2,96	0,51	0,079	0,019
Ciencias de la Naturaleza	Interés	3,26	0,64	0,246	0,000
	Utilidad	3,05	0,68	0,276	0,000
	Diversión	2,86	0,72	0,257	0,000
	Facilidad	2,73	0,62	0,294	0,000
	Práctica	2,21	0,85	0,209	0,000
	Media	2,82	0,48	0,100	0,001
Matemáticas	Interés	2,80	0,77	0,203	0,000
	Utilidad	3,42	0,71	0,283	0,000
	Diversión	2,53	0,78	0,227	0,000
	Facilidad	2,36	0,86	0,219	0,000
	Práctica	2,89	0,95	0,215	0,000
	Media	2,80	0,56	0,075	0,034

Lengua Castellana	Interés	2,71	0,76	0,197	0,000
	Utilidad	3,05	0,70	0,252	0,000
	Diversión	2,41	0,73	0,258	0,000
	Facilidad	2,90	0,68	0,260	0,000
	Práctica	2,40	0,86	0,258	0,000
	Media	2,69	0,50	0,089	0,004
Lengua Autonómica	Interés	2,12	0,75	0,242	0,000
	Utilidad	2,38	0,81	0,204	0,000
	Diversión	1,99	0,74	0,268	0,000
	Facilidad	2,83	0,84	0,210	0,000
	Práctica	2,58	0,90	0,179	0,000
	Media	2,38	0,50	0,092	0,003
Educación Física	Interés	3,15	0,78	0,214	0,000
	Utilidad	2,82	0,84	0,193	0,000
	Diversión	3,31	0,70	0,244	0,000
	Facilidad	3,24	0,70	0,211	0,000
	Práctica	3,53	0,74	0,351	0,000
	Media	3,21	0,54	0,103	0,000
Ciencias Sociales	Interés	2,81	0,79	0,215	0,000
	Utilidad	2,79	0,81	0,220	0,000
	Diversión	2,27	0,81	0,241	0,000
	Facilidad	2,27	0,82	0,230	0,000
	Práctica	1,78	0,87	0,242	0,000
	Media	2,38	0,58	0,092	0,003
Música	Interés	2,81	0,83	0,219	0,000
	Utilidad	2,30	0,81	0,240	0,000
	Diversión	2,87	0,88	0,225	0,000
	Facilidad	3,41	0,62	0,265	0,000
	Práctica	3,09	0,70	0,252	0,000

	Media	2,90	0,54	0,103	0,000
Educación para la Ciudadanía	Interés	2,36	1,00	0,168	0,000
	Utilidad	2,38	1,05	0,185	0,000
	Diversión	2,36	0,97	0,176	0,000
	Facilidad	3,38	0,76	0,261	0,000
	Práctica	2,36	0,96	0,192	0,000
	Media	2,57	0,71	0,061	0,200
	Prácticas de laboratorio	8,54	1,64	0,187	0,000
Trabajos de taller	7,46	2,11	0,144	0,000	
Explicaciones teóricas	4,26	2,66	0,110	0,000	
Visitas a fábricas...	7,70	2,30	0,158	0,000	
Uso de juegos y juguetes	6,90	2,58	0,159	0,000	
Problemas numéricos	3,90	2,67	0,147	0,000	
Videos	6,88	2,19	0,150	0,000	
Comentario de noticias	6,32	2,26	0,143	0,000	
Tertulias, debates	6,99	2,18	0,144	0,000	
Experiencias demostrativas	7,20	2,11	0,162	0,000	
Trabajos de investigación	7,25	2,33	0,136	0,000	
Elaboración de murales	6,11	2,57	0,124	0,000	
Uso de ordenadores	8,39	1,75	0,178	0,000	
Role-playing	7,75	2,27	0,191	0,000	

Chicos 2º. Grupo 1º-2º (N= 79)					
Ítems	Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.	
Interés ciencia	6,86	1,86	0,131	0,002	
Motivación Intrínseca	7,13	1,43	0,113	0,014	
Motivación Extrínseca	7,52	1,79	0,154	0,000	
Ciencias de la	Interés	3,35	0,62	0,260	0,000

Naturaleza	Utilidad	3,07	0,70	0,296	0,000
	Diversión	2,94	0,73	0,294	0,000
	Facilidad	2,79	0,66	0,294	0,000
	Práctica	2,18	0,87	0,229	0,000
	Media	2,87	0,49	0,143	0,000
Inglés	Media	2,90	0,54	0,106	0,028
Matemáticas	Media	2,71	0,57	0,114	0,012
Lengua Castellana	Media	2,59	0,51	0,129	0,002
Lengua Autonómica	Media	2,36	0,55	0,107	0,026
Educación Física	Media	3,31	0,59	0,145	0,000
Ciencias Sociales Media	Media	2,47	0,60	0,118	0,008
Música	Media	2,78	0,55	0,122	0,005
Ed. Para la Ciudadanía	Media	2,40	0,72	0,104	0,035

Chicas 2º. Grupo 1º-2º (N= 77)					
Ítems	Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.	
Interés ciencia	6,67	2,15	0,143	0,000	
Motivación Intrínseca	7,42	1,31	0,147	0,000	
Motivación Extrínseca	7,62	1,58	0,180	0,000	
Ciencias de la Naturaleza	Interés	3,17	0,66	0,250	0,000
	Utilidad	3,04	0,67	0,264	0,000
	Diversión	2,78	0,70	0,221	0,000
	Facilidad	2,68	0,57	0,299	0,000
	Práctica	2,25	0,83	0,188	0,000
	Media	2,78	0,46	0,124	0,005
Inglés	Media	3,03	0,48	0,107	0,028

Matemáticas	Media	2,89	0,54	0,115	0,013
Lengua Castellana	Media	2,80	0,47	0,117	0,011
Lengua Autonómica	Media	2,40	0,45	0,097	0,070
Educación Física	Media	3,11	0,47	0,104	0,037
Ciencias Sociales Media	Media	2,29	0,55	0,120	0,008
Música	Media	3,02	0,50	0,111	0,019
Ed. Para la Ciudadanía	Media	2,75	0,66	0,076	0,200

Total 2º. Grupo 2º-3º (N= 156)					
Ítems	Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.	
Interés ciencia	6,87	1,86	0,139	0,000	
Encontrar trabajo.	8,61	1,61	0,212	0,000	
Formarme como ciudadano	6,36	2,21	0,165	0,000	
Saber más	7,22	2,25	0,180	0,000	
Deseo de los padres	6,78	2,35	0,158	0,000	
Valoración social del título	7,74	2,09	0,146	0,000	
Saber hacer cosas	7,64	2,01	0,128	0,000	
Motivación Intrínseca	7,07	1,77	0,144	0,000	
Motivación Extrínseca	7,71	1,56	0,112	0,000	
Inglés	Interés	2,83	0,73	0,220	0,000
	Utilidad	3,60	0,60	0,342	0,000
	Diversión	2,63	0,83	0,209	0,000
	Facilidad	2,55	0,86	0,246	0,000
	Práctica	2,69	0,84	0,253	0,000
	Media	2,86	0,57	0,064	0,200
Ciencias de la	Interés	3,31	0,61	0,259	0,000

Naturaleza	Utilidad	3,21	0,61	0,301	0,000
	Diversión	3,04	0,66	0,254	0,000
	Facilidad	2,88	0,62	0,309	0,000
	Práctica	2,55	0,85	0,207	0,000
	Media	3,00	0,45	0,101	0,001
Matemáticas	Interés	2,86	0,79	0,216	0,000
	Utilidad	3,50	0,62	0,317	0,000
	Diversión	2,48	0,84	0,188	0,000
	Facilidad	2,36	0,85	0,206	0,000
	Práctica	2,85	0,96	0,218	0,000
	Media	2,81	0,58	0,077	0,023
Lengua Castellana	Interés	2,63	0,76	0,214	0,000
	Utilidad	2,93	0,77	0,233	0,000
	Diversión	2,38	0,78	0,248	0,000
	Facilidad	2,90	0,65	0,296	0,000
	Práctica	2,35	0,91	0,226	0,000
	Media	2,64	0,54	0,112	0,000
Lengua Autonómica	Interés	2,16	0,75	0,219	0,000
	Utilidad	2,30	0,78	0,206	0,000
	Diversión	1,90	0,75	0,222	0,000
	Facilidad	2,88	0,77	0,243	0,000
	Práctica	2,38	0,84	0,221	0,000
	Media	2,32	0,55	0,098	0,001
Educación Física	Interés	3,23	0,81	0,238	0,000
	Utilidad	2,96	0,87	0,193	0,000
	Diversión	3,51	0,62	0,305	0,000
	Facilidad	3,33	0,65	0,235	0,000
	Práctica	3,67	0,66	0,412	0,000
	Media	3,34	0,51	0,106	0,000

Ciencias Sociales	Interés	2,70	0,82	0,251	0,000
	Utilidad	2,82	0,76	0,266	0,000
	Diversión	2,17	0,85	0,241	0,000
	Facilidad	2,29	0,79	0,237	0,000
	Práctica	1,83	0,89	0,240	0,000
	Media	2,36	0,61	0,091	0,003
Música	Interés	2,82	0,86	0,198	0,000
	Utilidad	2,48	0,85	0,226	0,000
	Diversión	3,04	0,83	0,216	0,000
	Facilidad	3,24	0,69	0,229	0,000
	Práctica	3,04	0,76	0,263	0,000
	Media	2,92	0,59	0,100	0,001
Educación para la Ciudadanía	Interés	2,37	1,01	0,193	0,000
	Utilidad	2,25	1,00	0,178	0,000
	Diversión	2,36	0,94	0,189	0,000
	Facilidad	3,38	0,77	0,279	0,000
	Práctica	2,30	0,90	0,188	0,000
	Media	2,53	0,72	0,103	0,000
Prácticas de laboratorio		8,67	1,60	0,205	0,000
Trabajos de taller		7,52	1,96	0,170	0,000
Explicaciones teóricas		4,93	2,71	0,113	0,000
Visitas a fábricas...		7,78	2,29	0,167	0,000
Uso de juegos y juguetes		7,35	2,49	0,150	0,000
Problemas numéricos		4,39	2,90	0,109	0,000
Videos		6,56	2,47	0,193	0,000
Comentario de noticias		6,29	2,10	0,143	0,000
Tertulias, debates		6,73	2,52	0,145	0,000
Experiencias demostrativas		7,62	2,19	0,178	0,000
Trabajos de investigación		7,06	2,34	0,137	0,000

Elaboración de murales	6,32	2,49	0,122	0,000
Uso de ordenadores	8,12	1,93	0,165	0,000
Role-playing	7,72	2,33	0,182	0,000

Chicos 2º. Grupo 2º-3º (N= 75)					
Ítems	Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.	
Interés ciencia	6,67	1,97	0,136	0,001	
Motivación Intrínseca	6,96	1,80	0,160	0,000	
Motivación Extrínseca	7,47	1,69	0,136	0,001	
Ciencias de la Naturaleza	Interés	3,33	0,63	0,247	0,000
	Utilidad	3,15	0,55	0,363	0,000
	Diversión	3,05	0,67	0,265	0,000
	Facilidad	2,95	0,60	0,309	0,000
	Práctica	2,55	0,85	0,195	0,000
	Media	3,01	0,44	0,127	0,004
Inglés	Media	2,77	0,53	0,106	0,038
Matemáticas	Media	2,77	0,58	0,139	0,001
Lengua Castellana	Media	2,61	0,56	0,125	0,005
Lengua Autonómica	Media	2,32	0,60	0,116	0,014
Educación Física	Media	3,42	0,47	0,111	0,022
Ciencias Sociales Media	Media	2,42	0,65	0,114	0,017
Música	Media	2,91	0,63	0,099	0,067
Ed. Para la Ciudadanía	Media	2,43	0,71	0,121	0,009

Chicas 2º. Grupo 2º-3º (N= 81)					
Ítems	Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.	
Interés ciencia	7,05	1,75	0,156	0,000	
Motivación Intrínseca	7,18	1,73	0,164	0,000	
Motivación Extrínseca	7,93	1,41	0,137	0,001	
Ciencias de la Naturaleza	Interés	3,30	0,60	0,269	0,000
	Utilidad	3,27	0,65	0,240	0,000
	Diversión	3,02	0,65	0,244	0,000
	Facilidad	2,81	0,62	0,308	0,000
	Práctica	2,56	0,86	0,216	0,000
	Media	2,99	0,46	0,110	0,016
Inglés	Media	2,95	0,58	0,086	0,200
Matemáticas	Media	2,85	0,59	0,120	0,006
Lengua Castellana	Media	2,67	0,51	0,141	0,000
Lengua Autonómica	Media	2,32	0,51	0,152	0,000
Educación Física	Media	3,26	0,54	0,127	0,002
Ciencias Sociales Media	Media	2,31	0,57	0,098	0,053
Música	Media	2,94	0,56	0,148	0,000
Ed. Para la Ciudadanía	Media	2,63	0,72	0,125	0,003

Total 3º. Grupo 2º-3º (N= 156)				
Ítems	Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.
Interés ciencia	6,21	1,84	0,096	0,001
Encontrar trabajo.	7,52	1,85	0,134	0,000
Formarme como ciudadano	4,96	1,73	0,181	0,000

Saber más		6,26	2,11	0,131	0,000
Deseo de los padres		5,00	2,13	0,172	0,000
Valoración social del título		6,20	2,22	0,118	0,000
Saber hacer cosas		6,45	1,63	0,119	0,000
Motivación Intrínseca		5,89	1,51	0,081	0,014
Motivación Extrínseca		6,24	1,70	0,085	0,008
Inglés	Interés	2,88	0,71	0,220	0,000
	Utilidad	3,73	0,54	0,384	0,000
	Diversión	2,68	0,79	0,226	0,000
	Facilidad	2,63	0,77	0,197	0,000
	Práctica	2,47	0,77	0,203	0,000
	Media	2,88	0,50	0,079	0,018
Biología y Geología	Interés	2,76	0,85	0,183	0,000
	Utilidad	2,68	0,71	0,244	0,000
	Diversión	2,27	0,77	0,222	0,000
	Facilidad	2,31	0,74	0,241	0,000
	Práctica	1,96	0,72	0,261	0,000
	Media	2,40	0,53	0,074	0,035
Matemáticas	Interés	2,60	0,83	0,199	0,000
	Utilidad	3,25	0,77	0,225	0,000
	Diversión	2,13	0,74	0,232	0,000
	Facilidad	2,04	0,80	0,198	0,000
	Práctica	2,66	0,96	0,176	0,000
	Media	2,54	0,57	0,053	0,200
Lengua Castellana	Interés	2,20	0,72	0,252	0,000
	Utilidad	2,59	0,84	0,196	0,000
	Diversión	1,89	0,68	0,250	0,000
	Facilidad	2,36	0,68	0,239	0,000

	Práctica	1,70	0,66	0,239	0,000
	Media	2,15	0,50	0,085	0,008
Lengua Autónoma	Interés	1,96	0,77	0,196	0,000
	Utilidad	2,38	0,81	0,207	0,000
	Diversión	1,85	0,80	0,233	0,000
	Facilidad	2,71	0,80	0,259	0,000
	Práctica	2,04	0,69	0,254	0,000
	Media	2,19	0,52	0,088	0,005
	Interés	3,08	0,76	0,205	0,000
Educación Física	Utilidad	2,69	0,76	0,220	0,000
	Diversión	3,26	0,65	0,264	0,000
	Facilidad	3,44	0,54	0,295	0,000
	Práctica	3,69	0,46	0,376	0,000
	Media	3,23	0,45	0,078	0,021
	Interés	2,81	0,75	0,204	0,000
Ciencias Sociales	Utilidad	2,94	0,68	0,252	0,000
	Diversión	2,42	0,68	0,281	0,000
	Facilidad	2,56	0,63	0,257	0,000
	Práctica	1,71	0,66	0,232	0,000
	Media	2,49	0,47	0,132	0,000
	Interés	2,32	1,02	0,169	0,000
Música	Utilidad	2,06	0,87	0,230	0,000
	Diversión	2,46	0,98	0,183	0,000
	Facilidad	3,33	0,87	0,273	0,000
	Práctica	2,61	0,92	0,196	0,000
	Media	2,56	0,73	0,076	0,029
	Interés	2,67	0,79	0,198	0,000
Física y Química	Utilidad	2,83	0,74	0,198	0,000

	Diversión	2,30	0,72	0,231	0,000
	Facilidad	2,02	0,70	0,253	0,000
	Práctica	2,34	0,69	0,226	0,000
	Media	2,43	0,51	0,072	0,047
Tecnología	Interés	2,76	0,93	0,173	0,000
	Utilidad	2,65	0,84	0,209	0,000
	Diversión	2,82	0,78	0,207	0,000
	Facilidad	3,26	0,64	0,261	0,000
	Práctica	3,13	0,79	0,205	0,000
	Media	2,92	0,58	0,084	0,009
Ed. Plástica y Visual	Interés	2,54	0,91	0,208	0,000
	Utilidad	2,18	0,77	0,221	0,000
	Diversión	2,85	0,92	0,221	0,000
	Facilidad	3,07	0,77	0,244	0,000
	Práctica	3,37	0,73	0,286	0,000
	Media	2,80	0,59	0,084	0,009
Prácticas de laboratorio		7,92	2,19	0,182	0,000
Trabajos de taller		7,03	1,98	0,148	0,000
Explicaciones teóricas		4,57	2,57	0,156	0,000
Visitas a fábricas...		7,30	2,41	0,187	0,000
Uso de juegos y juguetes		6,84	2,27	0,137	0,000
Problemas numéricos		4,27	2,54	0,133	0,000
Videos		6,37	2,33	0,167	0,000
Comentario de noticias		5,84	2,33	0,149	0,000
Tertulias, debates		6,72	2,40	0,104	0,000
Experiencias demostrativas		7,61	1,73	0,182	0,000
Trabajos de investigación		6,49	2,14	0,171	0,000
Elaboración de murales		5,50	2,46	0,176	0,000

Uso de ordenadores	7,99	1,74	0,163	0,000
Role-playing	8,07	1,69	0,138	0,000

Chicos 2º. Grupo 2º-3º (N= 75)					
Ítems	Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.	
Interés ciencia	6,03	1,77	0,109	0,029	
Motivación Intrínseca	5,70	1,44	0,096	0,084	
Motivación Extrínseca	5,98	1,80	0,116	0,014	
Biología y Geología	Interés	2,72	0,90	0,249	0,000
	Utilidad	2,61	0,74	0,286	0,000
	Diversión	2,16	0,88	0,187	0,000
	Facilidad	2,25	0,77	0,243	0,000
	Práctica	1,89	0,78	0,220	0,000
	Media	2,33	0,58	0,108	0,029
Física y Química	Interés	2,75	0,89	0,169	0,000
	Utilidad	2,73	0,73	0,217	0,000
	Diversión	2,39	0,81	0,191	0,000
	Facilidad	2,02	0,75	0,223	0,000
	Práctica	2,26	0,79	0,212	0,000
	Media	2,43	0,59	0,129	0,004
Inglés	Media	2,79	0,47	0,113	0,019
Matemáticas	Media	2,52	0,56	0,104	0,045
Lengua Castellana	Media	2,11	0,54	0,104	0,045
Lengua Autonómica	Media	2,17	0,60	0,123	0,007
Educación Física	Media	3,37	0,49	0,121	0,008
Ciencias Sociales Media	Media	2,55	0,50	0,126	0,005

Música	Media	2,46	0,77	0,119	0,011
Tecnología	Media	3,12	0,52	0,128	0,004
Ed. Plástica y Visual	Media	2,67	0,61	0,106	0,036

Chicas 2º. Grupo 2º-3º (N= 81)					
Ítems		Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.
Interés ciencia		6,38	1,89	0,112	0,013
Motivación Intrínseca		6,07	1,56	0,119	0,006
Motivación Extrínseca		6,49	1,58	0,109	0,018
Biología y Geología	Interés	2,79	0,81	0,232	0,000
	Utilidad	2,74	0,69	0,231	0,000
	Diversión	2,37	0,63	0,279	0,000
	Facilidad	2,37	0,71	0,241	0,000
	Práctica	2,02	0,65	0,318	0,000
	Media	2,46	0,47	0,118	0,007
Física y Química	Interés	2,59	0,69	0,236	0,000
	Utilidad	2,92	0,75	0,187	0,000
	Diversión	2,21	0,61	0,265	0,000
	Facilidad	2,01	0,65	0,281	0,000
	Práctica	2,42	0,58	0,286	0,000
	Media	2,43	0,43	0,107	0,024
Inglés	Media	2,96	0,51	0,116	0,009
Matemáticas	Media	2,55	0,59	0,114	0,011
Lengua Castellana	Media	2,18	0,47	0,157	0,000
Lengua Autonómica	Media	2,20	0,44	0,128	0,002

Educación Física	Media	3,11	0,37	0,098	0,054
Ciencias Sociales Media	Media	2,44	0,44	0,174	0,000
Música	Media	2,64	0,68	0,101	0,040
Tecnología	Media	2,74	0,57	0,115	0,010
Ed. Plástica y Visual	Media	2,92	0,54	0,113	0,012

Alumnos agrupados (N= 624)				
Ítems	Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.
Prácticas de laboratorio	8,59	1,76	0,212	0,000
Trabajos de taller	7,52	2,07	0,151	0,000
Explicaciones teóricas	4,57	2,75	0,129	0,000
Visitas a fábricas...	7,80	2,29	0,168	0,000
Uso de juegos y juguetes	7,26	2,53	0,140	0,000
Problemas numéricos	4,34	2,83	0,122	0,000
Videos	6,89	2,39	0,154	0,000
Comentario de noticias	6,26	2,32	0,140	0,000
Tertulias, debates	6,99	2,43	0,131	0,000
Experiencias demostrativas	7,57	2,04	0,167	0,000
Trabajos de investigación	7,21	2,37	0,136	0,000
Elaboración de murales	6,35	2,60	0,133	0,000
Uso de ordenadores	8,36	1,79	0,180	0,000
Role-playing	7,95	2,18	0,174	0,000

Profesores en activo (N= 26)				
Ítems	Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.
Prácticas de laboratorio	9,00	1,70	0,299	0,000
Trabajos de taller	6,85	2,52	0,178	0,033
Explicaciones teóricas	8,77	1,11	0,198	0,010
Visitas a fábricas...	6,88	1,82	0,192	0,015
Uso de juegos y juguetes	7,23	1,90	0,144	0,175
Problemas numéricos	7,58	1,55	0,223	0,002
Videos	7,65	1,29	0,155	0,110
Comentario de noticias	6,50	1,79	0,198	0,010
Tertulias, debates	7,00	1,90	0,154	0,116
Experiencias demostrativas	7,73	1,43	0,195	0,012
Trabajos de investigación	8,35	1,20	0,207	0,005
Elaboración de murales	6,00	1,83	0,207	0,005
Uso de ordenadores	8,12	1,24	0,194	0,013
Role-playing	7,42	0,99	0,221	0,002

Total Pre-test (N = 167)				
Ítems	Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.
Interés ciencia	6,78	1,99	0,132	0,000
Encontrar trabajo.	8,59	1,89	0,228	0,000
Formarme como ciudadano	6,65	2,06	0,118	0,000
Saber más	7,39	1,87	0,172	0,000
Deseo de los padres	6,37	2,76	0,189	0,000
Valoración social del título	7,78	2,30	0,202	0,000
Saber hacer cosas	7,85	1,66	0,164	0,000
Motivación Intrínseca	7,30	1,36	0,116	0,000

Motivación Extrínseca		7,58	1,68	0,151	0,000
Inglés	Interés	2,93	0,76	0,226	0,000
	Utilidad	3,75	0,47	0,387	0,000
	Diversión	2,73	0,86	0,204	0,000
	Facilidad	2,59	0,77	0,228	0,000
	Práctica	2,76	0,82	0,215	0,000
	Media	2,95	0,53	0,082	0,009
Ciencias de la Naturaleza	Interés	3,26	0,64	0,246	0,000
	Utilidad	3,06	0,68	0,273	0,000
	Diversión	2,85	0,72	0,253	0,000
	Facilidad	2,74	0,62	0,297	0,000
	Práctica	2,21	0,84	0,215	0,000
	Media	2,83	0,48	0,105	0,000
Matemáticas	Interés	2,83	0,76	0,216	0,000
	Utilidad	3,42	0,70	0,282	0,000
	Diversión	2,55	0,77	0,227	0,000
	Facilidad	2,37	0,86	0,216	0,000
	Práctica	2,91	0,95	0,217	0,000
	Media	2,81	0,56	0,078	0,014
Lengua Castellana	Interés	2,69	0,76	0,197	0,000
	Utilidad	3,05	0,70	0,254	0,000
	Diversión	2,39	0,73	0,259	0,000
	Facilidad	2,89	0,68	0,256	0,000
	Práctica	2,40	0,86	0,258	0,000
	Media	2,68	0,49	0,095	0,001
Lengua Autonómica	Interés	2,10	0,75	0,240	0,000
	Utilidad	2,35	0,81	0,206	0,000
	Diversión	1,98	0,74	0,266	0,000
	Facilidad	2,82	0,84	0,214	0,000

	Práctica	2,57	0,90	0,185	0,000
	Media	2,36	0,51	0,082	0,009
Educación Física	Interés	3,17	0,78	0,221	0,000
	Utilidad	2,85	0,84	0,193	0,000
	Diversión	3,33	0,68	0,243	0,000
	Facilidad	3,29	0,70	0,227	0,000
	Práctica	3,56	0,72	0,359	0,000
	Media	3,24	0,54	0,106	0,000
	Ciencias Sociales	Interés	2,79	0,81	0,220
Utilidad		2,76	0,84	0,210	0,000
Diversión		2,25	0,81	0,239	0,000
Facilidad		2,28	0,82	0,225	0,000
Práctica		1,76	0,85	0,240	0,000
Media		2,37	0,59	0,084	0,006
Música	Interés	2,80	0,84	0,211	0,000
	Utilidad	2,30	0,81	0,235	0,000
	Diversión	2,86	0,88	0,234	0,000
	Facilidad	3,40	0,63	0,262	0,000
	Práctica	3,09	0,71	0,258	0,000
	Media	2,89	0,53	0,110	0,000
Educación para la Ciudadanía	Interés	2,34	0,99	0,167	0,000
	Utilidad	2,38	1,04	0,185	0,000
	Diversión	2,35	0,97	0,178	0,000
	Facilidad	3,38	0,76	0,267	0,000
	Práctica	2,37	0,95	0,189	0,000
	Media	2,57	0,70	0,053	0,200
Prácticas de laboratorio		8,53	1,75	0,200	0,000
Trabajos de taller		7,54	2,11	0,143	0,000
Explicaciones teóricas		4,28	2,72	0,114	0,000

Visitas a fábricas...	7,64	2,36	0,159	0,000
Uso de juegos y juguetes	6,94	2,55	0,146	0,000
Problemas numéricos	3,89	2,70	0,145	0,000
Videos	6,78	2,33	0,154	0,000
Comentario de noticias	6,29	2,25	0,144	0,000
Tertulias, debates	6,99	2,22	0,142	0,000
Experiencias demostrativas	7,28	2,09	0,159	0,000
Trabajos de investigación	7,27	2,30	0,130	0,000
Elaboración de murales	6,12	2,56	0,121	0,000
Uso de ordenadores	8,35	1,77	0,175	0,000
Role-playing	7,77	2,27	0,193	0,000

Chicos Pre-test (N = 88)					
Ítems	Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.	
Interés ciencia	6,87	1,85	0,138	0,000	
Motivación Intrínseca	7,18	1,40	0,123	0,002	
Motivación Extrínseca	7,52	1,77	0,165	0,000	
Ciencias de la Naturaleza	Interés	3,35	0,60	0,257	0,000
	Utilidad	3,08	0,69	0,295	0,000
	Diversión	2,92	0,74	0,282	0,000
	Facilidad	2,82	0,64	0,304	0,000
	Práctica	2,17	0,86	0,238	0,000
	Media	2,87	0,49	0,149	0,000
Inglés	Media	2,87	0,56	0,108	0,013
Matemáticas	Media	2,74	0,57	0,099	0,033
Lengua Castellana	Media	2,59	0,50	0,137	0,000
Lengua Autonómica	Media	2,32	0,56	0,104	0,020

Educación Física	Media	3,34	0,58	0,148	0,000
Ciencias Sociales	Media	2,43	0,62	0,107	0,015
Música	Media	2,77	0,55	0,111	0,009
Ed. Para la Ciudadanía	Media	2,40	0,70	0,103	0,022
Uso de juegos y juguetes		7,03	2,73	0,139	0,000
Experiencias demostrativas		7,30	1,93	0,143	0,000

Chicas Pre-test (N =79)					
Ítems		Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.
Interés ciencia		6,68	2,15	0,135	0,001
Motivación Intrínseca		7,42	1,30	0,144	0,000
Motivación Extrínseca		7,65	1,57	0,183	0,000
Ciencias de la Naturaleza	Interés	3,16	0,67	0,242	0,000
	Utilidad	3,04	0,68	0,257	0,000
	Diversión	2,77	0,70	0,222	0,000
	Facilidad	2,66	0,57	0,294	0,000
	Práctica	2,25	0,83	0,190	0,000
	Media	2,78	0,46	0,125	0,004
Inglés	Media	3,04	0,48	0,111	0,017
Matemáticas	Media	2,90	0,53	0,117	0,009
Lengua Castellana	Media	2,79	0,46	0,122	0,005
Lengua Autonómica	Media	2,41	0,45	0,093	0,088
Educación Física	Media	3,13	0,47	0,108	0,024
Ciencias Sociales	Media	2,30	0,55	0,116	0,011
Música	Media	3,02	0,49	0,104	0,035

Ed. Para la Ciudadanía	Media	2,75	0,66	0,071	0,200
Uso de juegos y juguetes		6,85	2,34	0,169	0,000
Experiencias demostrativas		7,26	2,27	0,176	0,000

Total 2º. Post-test (N = 167)					
Ítems	Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.	
Interés ciencia	7,82	1,32	0,123	0,000	
Encontrar trabajo.	8,40	1,85	0,220	0,000	
Formarme como ciudadano	6,59	2,09	0,153	0,000	
Saber más	7,98	1,45	0,193	0,000	
Deseo de los padres	6,43	2,41	0,168	0,000	
Valoración social del título	7,57	2,15	0,150	0,000	
Saber hacer cosas	8,23	1,53	0,189	0,000	
Motivación Intrínseca	7,60	1,10	0,111	0,000	
Motivación Extrínseca	7,47	1,37	0,128	0,000	
Inglés	Interés	2,94	0,68	0,237	0,000
	Utilidad	3,77	0,48	0,376	0,000
	Diversión	2,70	0,81	0,213	0,000
	Facilidad	2,63	0,72	0,233	0,000
	Práctica	2,70	0,82	0,197	0,000
	Media	2,95	0,46	0,091	0,002
Ciencias de la Naturaleza	Interés	3,47	0,58	0,310	0,000
	Utilidad	3,07	0,66	0,264	0,000
	Diversión	3,24	0,65	0,237	0,000
	Facilidad	2,87	0,64	0,258	0,000
	Práctica	2,96	0,75	0,202	0,000
	Media	3,12	0,41	0,106	0,000

Matemáticas	Interés	2,78	0,76	0,225	0,000
	Utilidad	3,37	0,69	0,280	0,000
	Diversión	2,50	0,81	0,224	0,000
	Facilidad	2,36	0,84	0,248	0,000
	Práctica	2,91	0,90	0,209	0,000
	Media	2,79	0,49	0,081	0,010
Lengua Castellana	Interés	2,65	0,78	0,196	0,000
	Utilidad	3,09	0,73	0,249	0,000
	Diversión	2,48	0,75	0,252	0,000
	Facilidad	2,89	0,72	0,277	0,000
	Práctica	2,41	0,84	0,227	0,000
	Media	2,70	0,47	0,078	0,014
Lengua Autonómica	Interés	2,18	0,70	0,270	0,000
	Utilidad	2,37	0,80	0,197	0,000
	Diversión	2,03	0,76	0,230	0,000
	Facilidad	2,84	0,77	0,281	0,000
	Práctica	2,47	0,93	0,196	0,000
	Media	2,38	0,48	0,074	0,027
Educación Física	Interés	3,16	0,72	0,223	0,000
	Utilidad	2,77	0,87	0,190	0,000
	Diversión	3,25	0,72	0,226	0,000
	Facilidad	3,44	0,55	0,260	0,000
	Práctica	3,52	0,70	0,300	0,000
	Media	3,23	0,45	0,092	0,001
Ciencias Sociales	Interés	2,69	0,81	0,230	0,000
	Utilidad	2,70	0,79	0,257	0,000
	Diversión	2,23	0,81	0,241	0,000
	Facilidad	2,24	0,75	0,233	0,000
	Práctica	1,83	0,85	0,231	0,000

	Media	2,34	0,51	0,071	0,037
Música	Interés	2,86	0,85	0,198	0,000
	Utilidad	2,41	0,88	0,206	0,000
	Diversión	2,90	0,80	0,224	0,000
	Facilidad	3,49	0,59	0,285	0,000
	Práctica	3,07	0,80	0,217	0,000
	Media	2,95	0,52	0,093	0,001
	Educación para la Ciudadanía	Interés	2,44	0,96	0,168
Utilidad		2,48	0,99	0,186	0,000
Diversión		2,46	0,92	0,206	0,000
Facilidad		3,31	0,77	0,220	0,000
Práctica		2,39	0,96	0,203	0,000
Media		2,62	0,63	0,083	0,007
Prácticas de laboratorio		8,73	1,35	0,207	0,000
Trabajos de taller		7,28	2,14	0,140	0,000
Explicaciones teóricas		4,68	2,82	0,138	0,000
Visitas a fábricas...		7,20	2,20	0,176	0,000
Uso de juegos y juguetes		8,19	1,46	0,160	0,000
Problemas numéricos		4,40	2,65	0,152	0,000
Videos		6,83	2,26	0,182	0,000
Comentario de noticias		6,39	2,21	0,177	0,000
Tertulias, debates		6,78	2,25	0,150	0,000
Experiencias demostrativas		8,53	1,26	0,154	0,000
Trabajos de investigación		7,43	2,06	0,155	0,000
Elaboración de murales		6,56	2,20	0,106	0,000
Uso de ordenadores		8,20	1,84	0,165	0,000
Role-playing		7,96	2,01	0,176	0,000

Chicos Post-test (N =88)					
Ítems	Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.	
Interés ciencia	7,84	1,31	0,134	0,000	
Motivación Intrínseca	7,56	1,13	0,096	0,045	
Motivación Extrínseca	7,48	1,32	0,131	0,001	
Ciencias de la Naturaleza	Interés	3,55	0,54	0,333	0,000
	Utilidad	3,08	0,68	0,251	0,000
	Diversión	3,30	0,60	0,280	0,000
	Facilidad	2,91	0,66	0,241	0,000
	Práctica	2,93	0,79	0,205	0,000
	Media	3,15	0,44	0,112	0,009
Inglés	Media	2,85	0,50	0,106	0,016
Matemáticas	Media	2,70	0,47	0,113	0,007
Lengua Castellana	Media	2,58	0,49	0,122	0,002
Lengua Autonómica	Media	2,27	0,50	0,104	0,019
Educación Física	Media	3,30	0,49	0,096	0,044
Ciencias Sociales Media	Media	2,35	0,54	0,091	0,067
Música	Media	2,83	0,53	0,126	0,002
Ed. Para la Ciudadanía	Media	2,43	0,63	0,101	0,027
Uso de juegos y juguetes	8,50	1,38	0,177	0,000	
Experiencias demostrativas	8,70	1,14	0,160	0,000	

Chicas Post-test (N =79)					
Ítems	Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.	
Interés ciencia	7,80	1,34	0,129	0,002	
Motivación Intrínseca	7,65	1,08	0,131	0,002	
Motivación Extrínseca	7,45	1,42	0,142	0,000	
Ciencias de la Naturaleza	Interés	3,39	0,61	0,284	0,000
	Utilidad	3,07	0,64	0,280	0,000
	Diversión	3,18	0,70	0,197	0,000
	Facilidad	2,82	0,62	0,284	0,000
	Práctica	3,00	0,72	0,222	0,000
	Media	3,09	0,39	0,115	0,012
Inglés	Media	3,06	0,39	0,150	0,000
Matemáticas	Media	2,88	0,49	0,112	0,016
Lengua Castellana	Media	2,84	0,41	0,095	0,076
Lengua Autonómica	Media	2,50	0,43	0,105	0,032
Educación Física	Media	3,14	0,39	0,106	0,029
Ciencias Sociales Media	Media	2,32	0,48	0,117	0,010
Música	Media	3,08	0,46	0,124	0,004
Ed. Para la Ciudadanía	Media	2,82	0,55	0,106	0,029
Uso de juegos y juguetes	7,84	1,48	0,162	0,000	
Experiencias demostrativas	8,34	1,37	0,141	0,001	

Total Control Pre-test 2º (N= 162)					
Ítems	Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.	
Interés ciencia	6,82	2,00	0,160	0,000	
Encontrar trabajo.	8,63	1,84	0,228	0,000	
Formarme como ciudadano	6,58	2,13	0,121	0,000	
Saber más	7,29	2,12	0,193	0,000	
Deseo de los padres	6,65	2,49	0,173	0,000	
Valoración social del título	7,89	2,07	0,175	0,000	
Saber hacer cosas	7,68	1,68	0,121	0,000	
Motivación Intrínseca	7,18	1,35	0,094	0,001	
Motivación Extrínseca	7,72	1,36	0,142	0,000	
Ciencias de la Naturaleza	Interés	3,25	0,64	0,262	0,000
	Utilidad	3,17	0,65	0,272	0,000
	Diversión	2,93	0,70	0,258	0,000
	Facilidad	2,78	0,60	0,322	0,000
	Práctica	2,37	0,83	0,209	0,000
	Media	2,90	0,45	0,146	0,000

Total Control Post-test 2º (N= 162)				
Ítems	Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.
Interés ciencia	6,74	1,96	0,175	0,000
Encontrar trabajo.	8,71	1,50	0,230	0,000
Formarme como ciudadano	6,54	2,03	0,117	0,000
Saber más	7,35	2,01	0,203	0,000
Deseo de los padres	6,56	2,32	0,199	0,000
Valoración social del título	7,82	1,92	0,157	0,000
Saber hacer cosas	7,78	1,50	0,132	0,000

Motivación Intrínseca		7,22	1,25	0,085	0,006
Motivación Extrínseca		7,70	1,25	0,138	0,000
Ciencias de la Naturaleza	Interés	3,22	0,63	0,270	0,000
	Utilidad	3,09	0,66	0,266	0,000
	Diversión	2,97	0,67	0,264	0,000
	Facilidad	2,80	0,58	0,322	0,000
	Práctica	2,27	0,74	0,266	0,000
	Media	2,87	0,44	0,093	0,002

Puntuaciones totales Aprendizaje					
Grupos		Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.
Pre-test	Control Total (N= 162)	1,25	1,61	0,252	0,000
	Tratado Total (N= 167)	1,27	1,66	0,229	0,000
	Tratado Chicos (N= 88)	1,32	1,51	0,241	0,000
	Tratado Chicas (N= 79)	1,22	1,83	0,268	0,000
Post-test	Control Total (N= 162)	6,86	4,40	0,121	0,000
	Tratado Total (N= 167)	14,71	6,09	0,089	0,003
	Tratado Chicos (N= 88)	14,57	5,86	0,091	0,069
	Tratado Chicas (N= 79)	14,86	6,38	0,122	0,006

Profesores en formación (N= 44)					
Ítems		Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.
Ciencias de la Naturaleza	Interés	2,66	0,68	0,283	0,000
	Utilidad	2,41	0,58	0,349	0,000
	Diversión	2,59	0,58	0,304	0,000
	Facilidad	2,69	0,59	0,311	0,000

	Práctica	1,97	0,75	0,255	0,000
	Media	2,46	0,39	0,117	0,150
Biología y Geología	Interés	2,69	0,55	0,347	0,000
	Utilidad	2,25	0,69	0,301	0,000
	Diversión	2,30	0,59	0,327	0,000
	Facilidad	2,48	0,63	0,322	0,000
	Práctica	1,75	0,58	0,350	0,000
	Media	2,29	0,36	0,126	0,076
Física y Química	Interés	2,03	0,70	0,253	0,000
	Utilidad	2,09	0,68	0,281	0,000
	Diversión	1,75	0,58	0,350	0,000
	Facilidad	1,50	0,76	0,380	0,000
	Práctica	1,95	0,71	0,253	0,000
	Media	1,87	0,51	0,142	0,026
Tecnología	Interés	3,00	0,81	0,273	0,000
	Utilidad	3,02	0,90	0,240	0,000
	Diversión	2,82	0,76	0,345	0,000
	Facilidad	3,07	0,62	0,343	0,000
	Práctica	3,57	0,70	0,392	0,000
	Media	3,10	0,53	0,156	0,009
Matemáticas	Interés	1,84	0,74	0,244	0,000
	Utilidad	2,44	0,87	0,217	0,000
	Diversión	1,69	0,65	0,295	0,000
	Facilidad	1,72	0,91	0,307	0,000
	Práctica	1,94	1,11	0,302	0,000
	Media	1,93	0,66	0,147	0,018
Prácticas de laboratorio		8,56	1,17	0,180	0,001
Trabajos de taller		7,33	1,54	0,211	0,000

Explicaciones teóricas	6,15	1,92	0,194	0,000
Visitas a fábricas...	7,92	1,42	0,205	0,000
Uso de juegos y juguetes	7,68	1,46	0,245	0,000
Problemas numéricos	6,59	1,82	0,202	0,000
Videos	7,16	1,43	0,228	0,000
Comentario de noticias	6,77	1,70	0,144	0,022
Tertulias, debates	7,60	1,35	0,172	0,002
Experiencias demostrativas	8,41	1,16	0,172	0,002
Trabajos de investigación	7,65	1,50	0,184	0,001
Elaboración de murales	6,36	1,89	0,245	0,000
Uso de ordenadores	7,24	1,25	0,212	0,000
Role-playing	7,59	1,56	0,149	0,016

Alumnos agrupados					
Ítems		Media	D. E.	D K-S	P sign. Bl.
Ciencias de la Naturaleza (N= 318)	Interés	3,32	0,64	0,235	0,000
	Utilidad	3,20	0,63	0,272	0,000
	Diversión	2,94	0,68	0,279	0,000
	Facilidad	2,79	0,65	0,289	0,000
	Práctica	2,32	0,83	0,214	0,000
	Media	2,91	0,46	0,126	0,000
Biología y Geología (N=156)	Interés	2,76	0,85	0,183	0,000
	Utilidad	2,68	0,71	0,244	0,000
	Diversión	2,27	0,77	0,222	0,000
	Facilidad	2,31	0,74	0,241	0,000
	Práctica	1,96	0,72	0,261	0,000
	Media	2,40	0,53	0,074	0,035

Física y Química (N= 156)	Interés	2,67	0,79	0,198	0,000
	Utilidad	2,83	0,74	0,198	0,000
	Diversión	2,30	0,72	0,231	0,000
	Facilidad	2,02	0,70	0,253	0,000
	Práctica	2,34	0,69	0,226	0,000
	Media	2,43	0,51	0,072	0,047
Tecnología (N= 312)	Interés	2,72	0,95	0,201	0,000
	Utilidad	2,56	0,89	0,191	0,000
	Diversión	2,69	0,88	0,206	0,000
	Facilidad	3,01	0,82	0,227	0,000
	Práctica	2,89	0,92	0,196	0,000
	Media	2,77	0,69	0,073	0,000
Matemáticas (N= 474)	Interés	2,76	0,84	0,206	0,000
	Utilidad	3,38	0,73	0,269	0,000
	Diversión	2,43	0,83	0,194	0,000
	Facilidad	2,29	0,89	0,187	0,000
	Práctica	2,90	0,97	0,200	0,000
	Media	2,75	0,61	0,059	0,001

ANEXO II. Libros de texto analizados

ABENZA, J., ÁLVAREZ, J., AUQUER, I., CHECA, A. y COLOM, F. X. (2011). *Ciencias de la naturaleza 1º ESO*. Barcelona: Teide.

ALEGRE, J., ASENSI, J., CANDEL, A., CARRATALÁ, S., ESTRUCH, X, GARCÍA, Mª A., GARCÍA, M., GREGORI, X., SOLER, J. y TENT, J. (2012). *Ciències de la natura 2º ESO*. Valencia: ECIR.

ÁLVAREZ, J., CHECA, A., CHRISTENSEN, S., COLOM, F. X., ESCURA, S., JIMÉNEZ, N. y LIÑÁN, E. (2012). *Ciencias de la naturaleza 2º ESO*. Barcelona: Teide.

ASENSI, J., CANDEL, A., CARRATALÁ, S., ESTRUCH, X, FURIÓ, J., GARCÍA, M., GARCÍA, Mª A., GREGORI, X., HERREROS, J., SOLER, J. y TENT, J. (2011). *Ciencias de la naturaleza 1º ESO*. Valencia: ECIR.

BASCO, R., COTANO, C., LARA, C., MURILLO, M., DE PEDRO, M., PIZARRO, A., GARCÍA, M., HOYAS, Mª E. y SILGADO, A. (2011) *Ciencias de la naturaleza 1º ESO Comunitat Valenciana*. Zaragoza: Luis Vives.

CARNERO, I., CASTRILLO, E., GALVÁN, Mª D. y GARCÍA, M. (2011). *Ciencias de la naturaleza 2º ESO Comunitat Valenciana*. Zaragoza: Luis Vives.

FERNÁNDEZ, M. Á., MARTÍNEZ, Mª J., ZAPATERO, B. y TORRES, Mª D. (2011). *Ciencias de la naturaleza 1º ESO*. Barcelona: VICENS VIVES.

FERNÁNDEZ, M. Á., MARTÍNEZ, MINGO, B., BERNABÉ, R. y TORRES, Mª D. (2012). *Ciencias de la naturaleza 2º ESO*. Barcelona: VICENS VIVES.

GÓMEZ, J. B., BERMÚDEZ, Mª L., FAURE, A., GÓMEZ, Mª F., BÁRCENA, J., FUSTER, P. y CABANES, R. (2011). *Ciencias de la naturaleza 1º ESO Comunitat Valenciana*. Madrid: Oxford University Press.

GÓMEZ, J. B., BERMÚDEZ, Mª L., FAURE, A., GÓMEZ, Mª F., BÁRCENA, J., CABANES, R. y FUSTER, P. (2012). *Ciencias de la naturaleza 2º ESO Comunitat Valenciana*. Madrid: Oxford University Press.

LÓPEZ, J., GONZÁLEZ, M., CHAPELA, C. y SAURET, M. (2011). *Ciencias de la naturaleza 1º ESO*. Madrid: McGraw-Hill.

LÓPEZ, J., GONZÁLEZ, M., CHAPELA, C. y SAURET, M. (2012). *Ciencias de la naturaleza 2º ESO*. Madrid: McGraw-Hill.

MADRID, M. A., MELÉNDEZ, I., MONTES, M., BLANCO, M. y VIDAL-ABARCA, E. (2012). *Ciencias de la naturaleza 2º ESO Comunitat Valenciana*. Valencia: Santillana.

MARTÍN, G. y GARCÍA, M. (2011). *Ciencias de la naturaleza 1º ESO*. León (España): EVEREST.

MARTÍN, G. y GARCÍA, M. (2012). *Ciencias de la naturaleza 2º ESO*. León (España): EVEREST.

MELÉNDEZ, I., MADRID, M. A., MONTES, M., LOBO, S., BLANCO, M., VIDAL-ABARCA, E. y VIVES, F. (2011). *Ciencias de la naturaleza 1º ESO Comunitat Valenciana*. Madrid: Santillana.

PEDRINACI, E., GIL, C., CARRIÓN, F. y JIMÉNEZ, J. D. (2010). *Ciencias de la naturaleza 1º ESO*. Madrid: Ediciones SM.

PEDRINACI, E., GIL, C., CARRIÓN, F. y JIMÉNEZ, J. D. (2011). *Ciencias de la naturaleza 2º ESO*. Madrid: Ediciones SM.

ZUBIAURRE, S., HERNÁNDEZ, J., MARTÍNEZ, J., OSUNA, M^a C. y PLAZA, C. (2011). *Ciencias de la naturaleza 2º ESO*. Madrid: GRUPO ANAYA.

ZUBIAURRE, S., HERNÁNDEZ, J., MARTÍNEZ, J., OSUNA, C. y PLAZA, C. (2012). *Ciencias de la naturaleza 2º ESO*. Madrid: GRUPO ANAYA.

ANEXO III. Cuestionarios utilizados

Actitudes de los estudiantes 1º ESO

Nombre:	Curso: 1º ESO	Grupo:	Edad:	Sexo:	Centro:
---------	---------------	--------	-------	-------	---------

1.- Valora (de 0 a 10 utilizando decimales si lo consideras necesario) si la enseñanza recibida hasta ahora ha despertado tu interés por la ciencia y la tecnología.... [0= valoración muy negativa... 10= máxima valoración positiva]

2.- Valora de 0 a 10, utilizando decimales si lo consideras necesario, las siguientes razones que te motivan en tu estudio: [0= muy poca motivación... 10= máxima motivación]

Encontrar trabajo		Formarme como ciudadano		Saber más	
Deseo de los padres		Valoración social del título		Saber hacer cosas	

3.- Sugiere actividades que, a tu parecer, hacen o harían más interesantes las asignaturas científicas y tecnológicas:

4.- Valora (de 1 a 4 utilizando decimales si lo consideras necesario) tu forma de ver las siguientes asignaturas, independientemente del profesorado que la imparta:

Asignaturas	Sin interés 1 Muy interesante 4	Inútil 1 Muy útil 4	Muy aburrida 1 Muy divertida 4	Muy difícil 1 Muy fácil 4	Muy teórica 1 Muy práctica 4
Inglés					
Ciencias de la naturaleza					
Matemáticas					
Lengua castellana					
Valenciano					
Educación física					
Ciencias sociales					
Ed. Plástica y Visual					
Tecnología					

5.- Valora (de 0 a 10 utilizando decimales si lo consideras necesario) tu interés por las siguientes prácticas metodológicas utilizadas en las asignaturas científicas y tecnológicas: [0= valoración muy negativa ... 10= valoración muy positiva]

Prácticas de laboratorio		Trabajos de taller		Explicaciones teóricas	
Visitas a fábricas, museos...		Uso de juegos y juguetes		Problemas numéricos	
Videos educativos		Comentario de noticias		Tertulias / debates	
Experiencias demostrativas		Trabajos de investigación		Elaboración de murales	
Uso de ordenadores				Role-playing (simulación de situaciones)	

Actitudes de los estudiantes 2° ESO

Nombre:	Curso: 2° ESO	Grupo:	Edad:	Sexo:	Centro:
---------	---------------	--------	-------	-------	---------

1.- Valora (de 0 a 10 utilizando decimales si lo consideras necesario) si la enseñanza recibida hasta ahora ha despertado tu interés por la ciencia y la tecnología.... [0= valoración muy negativa... 10= máxima valoración positiva]

2.- Valora de 0 a 10, utilizando decimales si lo consideras necesario, las siguientes razones que te motivan en tu estudio: [0= muy poca motivación... 10= máxima motivación]

Encontrar trabajo		Formarme como ciudadano		Saber más	
Deseo de los padres		Valoración social del título		Saber hacer cosas	

3.- Sugiere actividades que, a tu parecer, hacen o harían más interesantes las asignaturas científicas y tecnológicas:

4.- Valora (de 1 a 4 utilizando decimales si lo consideras necesario) tu forma de ver las siguientes asignaturas, independientemente del profesorado que la imparta:

Asignaturas	Sin interés 1 Muy interesante 4	Inútil 1 Muy útil 4	Muy aburrida 1 Muy divertida 4	Muy difícil 1 Muy fácil 4	Muy teórica 1 Muy práctica 4
Inglés					
Ciencias de la naturaleza					
Matemáticas					
Lengua castellana					
Valenciano					
Educación física					
Ciencias sociales					
Música					
Educación para la ciudadanía					

5.- Valora (de 0 a 10 utilizando decimales si lo consideras necesario) tu interés por las siguientes prácticas metodológicas utilizadas en las asignaturas científicas y tecnológicas: [0= valoración muy negativa ... 10= valoración muy positiva]

Prácticas de laboratorio		Trabajos de taller		Explicaciones teóricas	
Visitas a fábricas, museos...		Uso de juegos y juguetes		Problemas numéricos	
Videos educativos		Comentario de noticias		Tertulias / debates	
Experiencias demostrativas		Trabajos de investigación		Elaboración de murales	
Uso de ordenadores				Role-playing (simulación de situaciones)	

Actitudes de los estudiantes 3° ESO

Nombre:	Curso: 3° ESO	Grupo:	Edad:	Sexo:	Centro:
---------	---------------	--------	-------	-------	---------

1.- Valora (de 0 a 10 utilizando decimales si lo consideras necesario) si la enseñanza recibida hasta ahora ha despertado tu interés por la ciencia y la tecnología.... [0= valoración muy negativa... 10= máxima valoración positiva]

2.- Valora de 0 a 10, utilizando decimales si lo consideras necesario, las siguientes razones que te motivan en tu estudio: [0= muy poca motivación... 10= máxima motivación]

Encontrar trabajo		Formarme como ciudadano		Saber más	
Deseo de los padres		Valoración social del título		Saber hacer cosas	

3.- Sugiere actividades que, a tu parecer, hacen o harían más interesantes las asignaturas científicas y tecnológicas:

4.- Valora (de 1 a 4 utilizando decimales si lo consideras necesario) tu forma de ver las siguientes asignaturas, independientemente del profesorado que la imparta:

Asignaturas	Sin interés 1 Muy interesante 4	Inútil 1 Muy útil 4	Muy aburrida 1 Muy divertida 4	Muy difícil 1 Muy fácil 4	Muy teórica 1 Muy práctica 4
Inglés					
Biología y Geología					
Matemáticas					
Lengua castellana					
Valenciano					
Educación física					
Ciencias sociales					
Música					
Física y Química					
Tecnología					
Ed. Plástica y Visual					

5.- Valora (de 0 a 10 utilizando decimales si lo consideras necesario) tu interés por las siguientes prácticas metodológicas utilizadas en las asignaturas científicas y tecnológicas: [0= valoración muy negativa ... 10= valoración muy positiva]

Prácticas de laboratorio		Trabajos de taller		Explicaciones teóricas	
Visitas a fábricas, museos...		Uso de juegos y juguetes		Problemas numéricos	
Videos educativos		Comentario de noticias		Tertulias / debates	
Experiencias demostrativas		Trabajos de investigación		Elaboración de murales	
Uso de ordenadores				Role-playing (simulación de situaciones)	

Cuestionario de aprendizaje sobre el tema de luz y sonido

Nombre:	Grupo:	Edad:	Sexo:	Centro:
---------	--------	-------	-------	---------

1.- Justifica adecuadamente si en una onda se propaga materia.

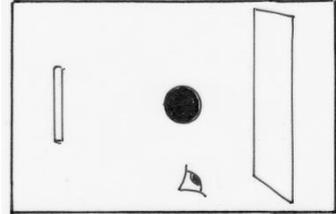
2.- Explica en cuál de los siguientes medios, el sonido se propagaría más rápido, y en cual peor: hierro, aire, vacío. Justifica tu respuesta.

3.- Si en un concierto están sonando dos violines, pero uno lo hace con una frecuencia mayor, explica qué característica del sonido comparten y en cual se diferencian.

4.- Di qué fenómeno se produce actualmente por el que en nuestra vejez perderemos más capacidad auditiva que nuestros abuelos y explica en qué consiste.

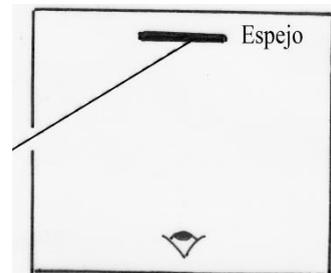
5.- Cita un objeto cuyo funcionamiento se base en las ondas mecánicas, y otro, en las electromagnéticas.

6.- Un tubo fluorescente está encendido y es la única fuente de iluminación de la habitación. Situamos delante de él una pelota. Dibuja las zonas de sombra y de penumbra y justificalas acompañando un esquema de rayos de luz.



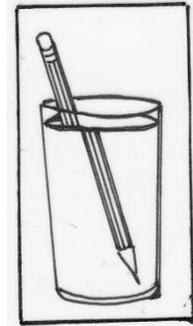
7.- Si colocamos una lámpara frente a una pantalla, ¿se vería su imagen en esta? Justifica tu respuesta.

8.- Si iluminamos el espejo de la figura con un único rayo de luz como el que aparece dibujado, justifica si el observador verá el rayo de luz. Dibuja el recorrido que realiza el rayo.



9.- Si tuvieras que cocinar utilizando un espejo, explica qué tipo de espejo utilizarías y cómo funcionaría.

10.- Al observar un lápiz introducido en un vaso de agua se observa la imagen de este partida. Di como se llama este fenómeno y explícalo.



11.- ¿Qué lente debería llevar una persona miope para ver bien? Justifica tu respuesta.

12.- Si estamos iluminando con luz blanca una pelota, y la vemos de color verde, ¿Qué colores estaría absorbiendo y reflejando? Justifica tu respuesta.

Cuestionario de los docentes en activo

Comunidad Autónoma del centro escolar:	Género:	Especialidad:	Años de docencia:
--	---------	---------------	-------------------

1.- ¿Crees que puede ser útil introducir actividades de ciencia recreativa “juegos, juguetes y pequeñas experiencias” como parte de la práctica metodológica habitual? ¿Por qué?

2.- Nombra alguna actividad de ciencia recreativa.

3.- ¿Qué dificultades consideras que puedes encontrar a la hora de realizar actividades de ciencia recreativa en las clases?

4.- ¿Con qué frecuencia realizas actividades de ciencia recreativa en las clases?

En todos los temas	
En casi todos los temas.	
En algunos temas.	
Nunca	

5.- Valora (de 0 a 10 pudiendo utilizar decimales) el interés que crees que tienen las siguientes metodologías en tu práctica docente: [0= valoración muy negativa... 10= valoración muy positiva]

Prácticas de laboratorio		Trabajos de taller		Explicaciones teóricas	
Visitas a fábricas, museos...		Uso de juegos y juguetes		Problemas numéricos	
Videos educativos		Comentario de noticias		Tertulias / debates	
Experiencias demostrativas		Trabajos de investigación		Elaboración de murales	
Uso de ordenadores				Role-playing (simulación de situaciones)	

Cuestionario de los docentes en formación

Género: Hombre/ Mujer

Estudios:

1.- ¿Cómo crees que el alumnado valora las siguientes asignaturas? (responde lo creas que contestaría un alumno valorando de 1 a 4 cada una de ellas, puedes asignar una puntuación decimal).

Asignaturas	Sin Interés 1 Muy interesante 4	Inútil 1 Muy útil 4	Muy aburrida 1 Muy divertida 4	Muy difícil 1 Muy fácil 4	Muy teórica 1 Muy práctica 4
Ciencias Naturales 1º y 2º ESO					
Biología y Geología					
Física y Química					
Tecnología					
Matemáticas					

2.- Sugiere actividades que, en tu opinión, hicieran más interesantes las clases de ciencias:

3.- Valora (de 0 a 10 pudiendo utilizar decimales) el interés que crees que tienen las siguientes metodologías en tu práctica docente: [0= valoración muy negativa...10= valoración muy positiva]

Prácticas de laboratorio		Trabajos de taller		Explicaciones teóricas	
Visitas a fábricas, museos...		Uso de juegos y juguetes		Problemas numéricos	
Videos educativos		Comentario de noticias		Tertulias / debates	
Experiencias demostrativas		Trabajos de investigación		Elaboración de murales	
Uso de ordenadores				Role-playing (simulación de situaciones)	

4.- ¿Consideras que se debe incluir actividades de ciencia recreativa “juegos, juguetes y pequeñas experiencias” como parte de la práctica metodológica habitual? ¿Por qué?

5.-

El uso de elementos recreativos’:	Muy de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
-Mejora la motivación del alumnado.				
-Hace aumentar el interés del alumnado por la asignatura.				
-Favorece el aprendizaje de conceptos teóricos.				