

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

---

**Doctorat en investigació en Didàctiques específiques  
(Ciències Experimentals)**



UNIVERSITAT  
DE VALÈNCIA

**EL USO DE LAS CUESTIONES  
SOCIOCIENTÍFICAS PARA AUMENTAR EL  
INTERÉS Y MEJORAR LA IMAGEN DE LA FÍSICA  
Y QUÍMICA DEL ALUMNADO DE LA ESO**

---

Tesis doctoral: **María Rosa Monserrat Jover**

Dirigida por: **Dr. Jordi Solbes Matarredona**

**Dr. José Cantó Doménech**

Valencia, Julio de 2019



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

José Rafael Cantó Domenech, Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales y en Ciencias Físicas y Contratado Dr. de la Universitat de València.

CERTIFICAN: que esta memoria titulada “El uso de las Cuestiones socio-científicas para aumentar el interés y mejorar la imagen de la Física y Química del alumnado de la ESO” ha sido realizada por María Rosa Monserrat Jover, 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, Julio de 2019

The image shows two handwritten signatures in blue ink. The signature on the left is 'Jordi Solbes' and the signature on the right is 'José Rafael Cantó Domenech'. Both signatures are written in a cursive style.



Este trabajo no lo hubiera podido realizar sin la ayuda de:

En primer lugar, mis padres que desde que era pequeña me cuidaron y me apoyaron.

Mi hermana, gracias por hacerme la vida más fácil.

A mi tutor Jordi, que sin su apoyo, paciencia y dedicación nunca habría podido retomar el trabajo y sobre todo terminarlo, a pesar de los altibajos durante este tiempo.

A José, por su dedicación y ayuda en esta última etapa.

A Paco Tarín por sus contribuciones en Estadística.

A mis alumnos que durante estos años han participado en el estudio

A Víctor, compañero en este y otros muchos viajes, y a mis hijos, Elena y Rodrigo, todo es mejor cuando estáis conmigo.



## ÍNDICE:

CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
CAPÍTULO 2: ENUNCIADO Y FUNDAMENTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS PRINCIPALES DE INVESTIGACIÓN.....	17
2.1 Enunciado de las hipótesis principales de investigación.....	17
2.2 Fundamentación teórica.....	20
2.2.1 Imagen pública de la ciencia.....	22
2.2.2 Relaciones género-aprendizaje de las ciencias.....	24
2.2.3. La enseñanza de las ciencias.....	30
2.2.3.1. El currículo de ciencias.....	31
2.2.3.2. La forma de enseñanza de las ciencias.....	39
2.2.3.3. La evaluación.....	47
2.2.3.4. El profesorado y los libros de texto.....	51
CAPÍTULO 3: DISEÑO EXPERIMENTAL PARA CONTRASTAR LA PRIMERA HIPÓTESIS.....	61
3.1. Operativización de la hipótesis.....	61
3.2. Diseño experimental para contrastar la primera hipótesis.....	66
3.2.1. Red de análisis de libros de texto (O1).....	69
3.2.2. Diseño para contrastar el papel del profesorado en el proceso de enseñanza-aprendizaje (O2).....	78
3.2.3 Diseño para contrastar la imagen de la ciencia y las actitudes que tiene el alumnado(O3). ....	83
CAPÍTULO 4: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA PRIMERA HIPÓTESIS.....	93
4.1. Resultados obtenidos con la red de análisis de sobre la visión que aportan los libros de texto de la ciencia.....	93
4.2. Análisis de los resultados obtenidos con los cuestionarios destinados al profesorado (P1, P2 y P3). ....	99
4.2.1. Resultados obtenidos del primer cuestionario (P1). ....	99

4.2.2. Resultados obtenidos del segundo cuestionario (P2).....	106
4.2.3. Resultados obtenidos del tercer cuestionario (P3) .....	110
4.3. Presentación y análisis de los resultados obtenidos de los datos de matriculación (O4). .....	113
4.3.1. Análisis de los resultados de alumnado matriculado en las materias científicas en las pruebas de acceso a la universidad. ....	114
4.3.2. Análisis de datos de matrícula en la universidad por género....	118
4.4. Presentación de los resultados obtenidos con los cuestionarios de los alumnos. ....	120
4.4.1. Análisis de los resultados del cuestionario A1.....	121
4.4.2. Análisis de los resultados del cuestionario A2.....	128
4.5. Análisis de las entrevistas semiestructuradas .....	137
<b>CAPÍTULO 5: DISEÑO EXPERIMENTAL PARA COMPROBAR LA SEGUNDA HIPÓTESIS .....</b>	<b>143</b>
5.1. Propuesta de actividades para trabajar en el aula. ....	144
5.1.1. Actividades para trabajar el pensamiento crítico. ....	147
5.1.2. Actividades para trabajar contribuciones sociales. ....	172
5.1.3. Actividades para trabajar relación género-ciencia. ....	182
5.2. Datos de la muestra de estudiantes y aspectos metodológicos de implementación de la propuesta didáctica. ....	190
<b>CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES PARA CONTRASTAR LA SEGUNDA HIPÓTESIS.....</b>	<b>193</b>
6.1. Comparación entre grupos pre-test y post-test. ....	193
6.1.1. Comparación entre los resultados globales de los grupos pre-test y post -test. ....	194
6.1.2. Comparación de los resultados obtenidos en cada ítem de los cuestionarios entre el pre-test y post-test. Contrastes de homogeneidad marginal y tablas de contingencia. ....	196
6.1.3. Comparación entre las respuestas entre los grupos pre-test y post-test.....	207
6.2. Comparación entre grupo control y del grupo post-test .....	213



6.2.1. Comparación entre las respuestas del grupo control y del grupo post-test. U de Mann Whitney.....	215
6.2.2. Comparación de los resultados de cada ítem de los grupos control y post-test. ....	216
6.3. Comparación entre las respuestas del grupo control y del grupo pre-test.....	219
6.3.1. Comparación entre las respuestas del grupo control y del grupo pre-test. ....	219
6.3.2. Comparación de los resultados de cada ítem de los grupos control y pre-test. Chi-Cuadrado. ....	221
6.4. Comparación entre las respuestas de los grupos control, pre-test y post-test del grupo experimental .....	223
CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS.....	229
BIBLIOGRAFÍA.....	243
ANEXOS.....	255
ANEXO I (RED DE ANÁLISIS DE LIBROS DE TEXTO).....	255
ANEXO II (RESULTADOS ESTADÍSTICOS).....	257
Prueba de Kolmogorov-Smirnov.Cuestionario 1. grupo pre-test.....	257
Prueba de Kolmogorov-Smirnov.Cuestionario 1. grupo post-test .....	257
Prueba de Kolmorov-Smirnov. Cuestionario 1. grupo control .....	258
Prueba de Kolmogorov-Smirnov.Cuestionario 2. grupo pre-test.....	259
Prueba de Kolmogorov-Smirnov.Cuestionario 2. grupo post-test .....	259
Prueba de Kolmorov-Smirnov. Cuestionario 2. grupo control .....	260
Prueba Wilcoxon.Cuestionario 1. control – pre-test.....	261
Prueba Wilcoxon.Cuestionario 2. control– pre-test.....	262
Prueba Wilcoxon.Cuestionario 1.pre-test – post-test.....	262
Prueba Wilcoxon.Cuestionario 2 .pre-test – post-test.....	263
Homogeneidad marginal.Cuestionario 1.....	263
Homogeneidad marginal.Cuestionario 2.....	264
Tablas de contingencia.Cuestionario 1.....	264

Tablas de contingencia. Cuestionario 2.....	267
Prueba no paramétrica U de mann-whitney.Cuestionario 1. Grupos control-pre.....	271
Prueba no paramétrica U de mann-whitney.Cuestionario 1. Grupos control-post-test. ....	271
Prueba no paramétrica U de mann-whitney.Cuestionario 2. Grupos control-pre-test. ....	272
Prueba no paramétrica U de mann-whitney.Cuestionario 2. Grupos control-post-test .....	272
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos control-pre-test.Ítem 1.....	273
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos control- pre-test.Ítem 2...	273
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos control -pre-test.Ítem 3....	273
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos control-pre-test.Ítem 4.....	274
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2.Grupos control -pre-test.Ítem1.....	274
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos control -pre-test.Ítem 2....	275
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos control -pre-test.Ítem 3....	275
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos control -pre-test.Ítem 4....	276
Prueba chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos control -pre-test.Ítem 5 ....	276
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos control -pre-test.Ítem 6....	277
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos pre-post-test.Ítem 1.....	278
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos pre-post-test.Ítem 2.....	278
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos pre-post-test.Ítem 3.....	279
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos pre-post-test.Ítem 4.....	279
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos pre-post-test.Ítem 1.....	279
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos pre-post-test.Ítem 2.....	280
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos pre-post-test.Ítem 3.....	280
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos pre-post-test.Ítem 4.....	281
Prueba chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos pre-post-test.Ítem 5 .....	281
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos pre-post-test.Ítem 6.....	282
Prueba chicuadrado.Cuestionario 1. grupos control-post-test.Ítem 1.....	282

Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos control-post-test.Ítem 2 ...	283
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos control-post-test.Ítem 3 ...	283
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos control-post-test.Ítem 4 ...	283
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos control-post-test.Ítem 1 ...	284
Prueba Chicuadrado.cuestionario 2. Grupos control-post-test.Ítem 2 ....	284
Prueba Chicuadrado.cuestionario 2. Grupos control-post-test.Ítem 3 ....	285
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos control-post-test.Ítem 4 ...	285
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos control-post-test.Ítem 5 ...	286
Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos control-post-test.Ítem 6 ...	286

## **CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La disminución del alumnado de secundaria que se inclinan hacia el estudio de Física y Química es una evidencia. Los resultados de investigación en Didáctica de las Ciencias (DC) apuntan de manera clara en esa dirección. Más complejo resulta el análisis de las causas que hacen que se produzca esta disminución.

Una de las causas que se relacionan con este desinterés es la ausencia de relaciones Ciencia, Técnica y Sociedad (CTS), de aspectos relevantes de historia de la ciencia en la enseñanza, así como del tratamiento de cuestiones sociocientíficas (CSC) (Solbes y Vilches, 1992; Solbes y Traver, 1996; Solbes, Monserrat y Furió, 2007; Esteve y Solbes, 2017). Estas carencias contribuyen de manera clara al desinterés del alumnado y, por lo tanto, una gran mayoría no quiere continuar con el estudio de asignaturas de ciencias.

Gracias a la DC, existen muchas propuestas innovadoras para mejorar esta enseñanza-aprendizaje de las ciencias de manera que se busca un cambio conceptual, metodológico y actitudinal en los alumnos y alumnas, pero, por desgracia, no han contribuido a modificar los hábitos que afectan a Física y Química como materias más orientadas hacia una élite de estudiantes ya pre-dispuestos hacia las ciencias.

Es paradójico que esto suceda en la época en la que vivimos, donde la ciencia y la tecnología están presentes en todas las actividades de la vida cotidiana. Ahora más que nunca el impacto social de la ciencia y las relaciones

mutuas entre ciencia, técnica, sociedad y medio ambiente (CTS) han sufrido un cambio histórico en las que el poder de la ciencia inspira un cierto recelo, haciendo de manera velada culpables a los científicos de las responsabilidades de toda clase de efectos nocivos (Solbes y Traver, 2003).

Ahora bien, la orientación habitual del currículo de ciencias da preferencia a los contenidos de carácter conceptual y operativo, mientras se ignora plantear en qué medida la ciencia debe formar parte del marco cultural (García Moliner, 1995; Hazelkorn et al., 2015).

De manera general, podemos decir, que hay una desvinculación clara entre el saber científico y los problemas globales del conocimiento, ya que faltan aquellos aspectos que podrían ayudar a entender la ciencia como parte de la cultura y, al mismo tiempo, no existe una preocupación por parte de la sociedad en la adquisición de una necesaria cultura científica general.

Estos mínimos conocimientos en ciencia son necesarios para que los ciudadanos puedan formar parte de la toma de decisiones que afectan a su bienestar. Esta idea de la necesidad de formación científica de la sociedad ya fue propuesta por Albert Einstein cuando apoyó la necesidad de educación científica:

“Para que una ciudadanía informada pueda de forma inteligente determinar y dar forma a su acción, y que aproveche el mayor interés, propio y de la humanidad” (Einstein, 1905).

Otra de las causas que influye en el hecho de este desinterés, está relacionado con la forma en la que se ha ido incorporando la ciencia al sistema

educativo. Podríamos decir que como la sociedad solo se ha preocupado prioritariamente de la formación de futuros ciudadanos que se dedicaran a la actividad científica y tecnológica, los currículos educativos han olvidado que la ciencia forma parte del legado cultural de la humanidad (Bachelard, 1938; Hazelkorn et al., 2015) y que, por lo tanto, ésta debe de formar parte de la educación en las aulas.

De manera que, la enseñanza de la ciencia se ha centrado en una formación propedéutica, basada principalmente, en la preparación de los científicos y tecnólogos que necesita el sistema I+D+i (investigación, desarrollo e innovación), pues se entiende que la ciencia y en la tecnología están la base de la prosperidad económica y del bienestar de la sociedad (Furió et al., 2000; OECD, 2008, 2018), mientras que se ha ignorado que el conjunto de la población necesitada de una alfabetización tecnocientífica que muestre el lado más humano de la ciencia y la tecnología, presentándola como una actividad vinculada al avance general de las conquistas de la humanidad. Podríamos decir que se ha puesto más énfasis en enseñar ciencia y se ha olvidado de la importancia de enseñar sobre ciencia (Hodson, 1994).

Por ello, la escasa alfabetización científico-tecnológica de la mayor parte de la población es una evidencia que requiere soluciones. La importancia de la ciencia y la tecnología, no sólo para la investigación, la economía y la industria, sino para la cultura general de la ciudadanía en las sociedades democráticas, es incompatible con el analfabetismo y la incomprensión pública de la ciencia y la tecnología (Cross, 1999).

La disminución en alumnado supone aceptar la existencia de actitudes negativas (EURYDICE, 2011) o, al menos, pasivas hacia el aprendizaje de

las ciencias entre cuyas dimensiones están: el tener una imagen negativa en el sentido de tener un bajo autoconcepto respecto al éxito de sus estudios puesto que “se consideran difíciles”; en que presentan un desinterés hacia los mismo debido, entre otras razones, a que ofrecen poca satisfacción personal ya que “se consideran aburridos”, etc.

Algunos estudios indican que la tendencia que presenta el alumnado se puede resumir en que existe un aumento de visión negativa hacia el estudio de las ciencias que viene acompañado de una disminución de la visión positiva hacia su estudio (Vázquez y Manassero, 2008; Cheung, 2009; Hofstein y Mamlok, 2011). Otros estudios demuestran que la actitud negativa hacia el estudio de las ciencias aumenta con la edad (Murphy y Beggs, 2003; Pell y Jarvis, 2011), así como que existe una diferencia de género, siendo mayor en el caso de las alumnas que los alumnos (George, 2006).

Estas actitudes negativas, son diferentes hacia el estudio de la Física y Química, o Matemáticas respecto a otras ciencias como la Biología y la Tecnología (Ribelles, Solbes y Vilches, 1995; Borrachero et al., 2011b; Brígido et al., 2009; 2010a y 2010b; Costillo et al., 2010; 2013a) mostrando una visión más negativa en el caso de las Matemáticas y la Física y Química, que en el caso de otras disciplinas.

En esta tesis doctoral nos interesará estudiar la imagen escolar de la ciencia y cómo ésta se puede modificar, por lo que nos centraremos en aquellos aspectos que contribuyen a dar una imagen más positiva de la ciencia. De manera que, con esta visión más positiva, junto con trabajos que aumenten su

motivación, se consiga modificar el interés hacia el conocimiento de las ciencias. Por esta razón, lo primero que haremos, será buscar aquellos aspectos que consiguen motivar y aumentar el interés hacia su estudio.

Así, las preguntas de investigación (PI) que se plantean en este trabajo son las siguientes:

PI1: *¿Existe una imagen negativa y desinterés hacia la enseñanza de la Física y Química? ¿Cuáles son sus causas?*

PI2: *¿Se tienen en cuenta en la enseñanza de la Física y Química la imagen negativa y el desinterés de los alumnos y alumnas hacia las mismas? ¿Conocen contribuciones positivas de la ciencia y los valores que aporta?*

PI3: *¿Se puede modificar la visión y el interés del alumnado hacia la ciencia introduciendo actividades sociocientíficas?*

La PI1 y PI2, se refirieren al diagnóstico del proceso de enseñanza y aprendizaje, por lo que darán lugar a una primera hipótesis, mientras que, para la PI3, referida a la intervención didáctica, enunciaremos una segunda hipótesis (HP2).





## CAPÍTULO 2: ENUNCIADO Y FUNDAMENTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS PRINCIPALES DE INVESTIGACIÓN

### 2.1 Enunciado de las hipótesis principales de investigación

La crisis de la enseñanza en la educación secundaria alcanza en este momento la mayoría de los países, especialmente en las áreas de ciencias (Fourez, 1999, 2002; OECD 2008, 2018). Esta crisis está provocando una disminución de los alumnos matriculados en carreras universitarias (Esteve y Solbes, 2017). El continuo descenso de estudiantes en los estudios de ciencias y tecnología, así como en las profesiones relacionadas con las ciencias y la tecnología es consecuencia, entre otros factores, de la enseñanza que se practica (Rocard et al., 2007).

Esta pérdida de alumnado que estudia ciencias es un hecho generalizado y se plantea una pérdida de vocaciones en el conjunto de estudios STEM (*science, technology, engineering and mathematics*) por diversas instituciones y de manera generalizada, (OCDE, 2008, 2018). Además, también se relaciona con las actitudes negativas del alumnado hacia la ciencia y la tecnología, adquiridos a lo largo de toda la escolaridad (Solbes y Vilches, 1992, 1997; Acevedo, 2005a; Fensham, 2004; Lindhl, 2003; Sjøberg, 2004; Sjøberg y Schreiner, 2005; Vázquez y Manasero, 2008; Hofstein y Mamkok 2011).

Por otra parte, diversos estudios indican que estas actitudes negativas aumentan a medida que aumenta su etapa de escolarización, siendo mayores en el caso de secundaria que en etapas anteriores, (Murphy y Beggs, 2003; Pell y Jarvis, 2011); y más acentuado en el caso de las alumnas que en el caso

de los alumnos (George, 2006), de manera que las emociones en el estudio de asignaturas de ciencias que experimentan en las aulas, son más positivos en chicos que en chicas y, esta acentuación, a medida que se avanzan en las etapas escolares, también es mayor en el caso de las chicas que en los chicos. (Acevedo, 2005a; Sjøberg, 2004; Sjøberg y Schreiner, 2005; Borrachero, Brígido, Mellado, Costillo y Mellado, 2014).

En otros estudios (Vázquez y Manasero, 2007b; Brígido et al., 2009, 2010a y 2010b; Costillo et al., 2010; Marbá y Márquez, 2010; Borrachero et al. 2011b; Costillo et al., 2013a;) se muestra que estas tendencias son más marcadas hacia la Física y Química que hacia las Matemáticas y no tan acusadas en el caso de la Biología y la Tecnología.

Estas actitudes negativas se relacionan, en un primer momento, con la imagen inadecuada de la ciencia y de los científicos que se transmite en la enseñanza, constituyendo un doble perjuicio (Martín Díaz, 2005). En primer lugar, porque no da a los estudiantes una visión adecuada de la ciencia y la tecnología. Y, en segundo lugar, porque contribuye a influir en el alumnado en su elección universitaria, de manera que por lo que se refiere a los estudios de carácter científico, unos los descartan, y otros, los eligen erróneamente para después abandonarlos (Aikenhead, 2003a).

Por otra parte, el olvido del ámbito afectivo por una enseñanza de las ciencias propedéutica origina que muchos estudiantes perciban la ciencia escolar como autoritaria, difícil, aburrida, irrelevante e impersonal, lo que les hace rechazarla y evitarla. De este modo, se frena la alfabetización científico-tecnológica de la mayoría de los ciudadanos.

Por todo ello, el enunciado de nuestra HP1, que dará cuenta de las PI1 y PI2, es el siguiente:

*HP1: Existe un desinterés hacia la enseñanza de la Física y Química y una imagen negativa de las mismas. Se trata de un fenómeno complejo y multicausal, acentuado porque la enseñanza de la Física y Química se centra en aspectos cuantitativos, operativos, ignorando otros que, según la investigación en didáctica de las ciencias, podrían contribuir a incrementar el interés hacia ellas.*

Respecto al carácter multicausal del desinterés hacia la enseñanza de las ciencias, se podrían enumerar, entre otros, los siguientes aspectos: la forma en que se enseñan las ciencias, el estatus de las mismas en la educación secundaria, el género del alumnado y la imagen pública de la ciencia y los científicos y científicas que tiene en la sociedad (Solbes, Montserrat y Furió, 2007)... Ello nos obligará a abordar cómo algunos de estos aspectos influyen en dicho desinterés, teniendo en cuenta los resultados de la DC en este campo, Para comprobarla se hará uso de distintos instrumentos (análisis de currículum, de libros de texto, cuestionarios y entrevistas al alumnado, etc) que se tratarán en el capítulo 3.

Por lo que respecta a la HP2, que dará cuenta de la PI3, su enunciado es el siguiente:

*HP2: Es posible modificar positivamente la visión del alumnado hacia la Física y Química trabajando en el aula actividades que utilicen cuestiones sociocientíficas.*

Para comprobar esta hipótesis se realizará una intervención didáctica que consistirá en una serie de actividades para trabajar en el aula que fomenten el pensamiento crítico, que trabajen las contribuciones de la ciencia en el ámbito social, teniendo en cuenta las relaciones entre género y ciencia. La explicitación de los diseños para la HP2 se mostrará en el capítulo 5.

## **2.2 Fundamentación teórica**

Existe una gran preocupación en la DC en cuanto a la necesidad de una alfabetización científica de la ciudadanía, pero esta alfabetización debe comenzar, como es lógico, en la escuela. Esta necesidad choca con dos grandes problemas: la huida paulatina de alumnado que cursa asignaturas de ciencias, y su desinterés hacia el estudio de las ciencias (Rocard et al., 2007; Solbes, Montserrat y Furió, 2007; Solbes, 2011).

Por ello, el tema de las actitudes es una de las líneas de investigación en DC con mayor auge, lo que ha provocado un aumento de los trabajos relacionados con este tema. Con ello se pretende potenciar nuevas formas de enseñar que pretenden despertar el interés de los alumnos y alumnas hacia las materias de carácter científico.

A pesar del desarrollo de estas líneas de investigación y sus propuestas, diversos autores siguen denunciado el poco interés del alumnado hacia las ciencias, ampliamente demostrado por la disminución de alumnos matriculados en ciencias, fenómeno que no exclusivo de nuestro país, sino más bien generalizado (Matthews, 1991; Dunbar, 1999, Mendez Coca, 2015).

La persistencia de este desinterés hacia el estudio de las ciencias provocó, en un primer momento, que diversos autores comenzaran a buscar y estudiar sus causas (Solbes y Vilches, 1989), pero todos estos estudios se centraron fundamentalmente en la forma de la enseñanza. Por ello, proponemos que el problema no se puede reducir únicamente al ámbito de la enseñanza, ya que es un fenómeno multicausal en el que se mezclan causas de diferente índole, sino que se debe tener en cuenta otros factores como:

- a) Las visiones deformadas de la ciencia que existen en la sociedad (imagen pública elitista, descontextualizada socialmente, ahistórica, poca divulgación científica...)
- b) La existencia de distintas variables estructurales del medio escolar (currículo, organización escolar...)
- c) Diferentes factores atribuibles al proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias tales como: las finalidades de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, los objetivos y contenidos del currículo, las visiones deformadas de la ciencia y su enseñanza ofrecidas por profesores y libros de texto y, finalmente, la evaluación en los cursos de ciencia.
- d) Así como de una desconexión de género, ya que es menor el número de alumnas que estudian física, química y grados técnicos que alumnos

Por todo ello, es importante que nos planteemos preguntas como: ¿Cuál es la imagen pública de la ciencia?, ¿Cuáles son las relaciones género-aprendizaje?, ¿Cómo influye el medio escolar en el alumnado?... Cuestiones que se desarrollarán a lo largo de los siguientes apartados.

### 2.2.1 Imagen pública de la ciencia

Diversos estudios ponen de manifiesto como en la sociedad existen diversas valoraciones negativas de la ciencia (Chalmers, 1990; Wolpert, 1992; Dunbar, 1999), así como diversas encuestas que se hacen entre el público en general, sobre el grado de conocimientos científicos llegan a conclusiones similares. En primer lugar, la respuesta más abundante es “no sabe, no contesta”, lo que indica claramente que la sociedad está poco informada sobre cuestiones científicas. En segundo lugar, se suelen considerar como avances científicos más importantes desde 1945 el motor a reacción, el código genético, la televisión en color, la telefonía móvil, el ordenador o los viajes espaciales, lo que pone de manifiesto la confusión entre ciencia y tecnología. Por otra parte, el aspecto que más interesa a la sociedad son las aplicaciones en la vida cotidiana, lo cual resulta paradójico, puesto que aquello que más interesa a la sociedad es lo que menos se enseña en la escuela (Martín Díaz, 2005).

En estos estudios también se proporciona una imagen estereotipada de la ciencia, fruto de unos pocos genios, de raza blanca y de género masculino. Además, las ciencias y las letras se consideran áreas inconexas, de las cuáles, únicamente las letras son importantes en el bagaje cultural de la sociedad, de forma que no se da tanta importancia a los errores asociados a conceptos científicos, como a los errores ortográficos, de literatura, de arte, de historia. Así, cualquier persona puede presumir de cultura, aunque desconozca los avances en ciencia y tecnología, aceptándose que pueda cometer errores graves en ciencia, sin que por ello se le considere menos culta, si lo comparamos con otros aspectos como, por ejemplo, el cometer errores ortográficos, o su conocimiento en otras ramas del saber como el arte o la literatura (Solbes, 2002).

También hay que tener cuenta que los medios de comunicación hacen más hincapié en la divulgación de temas como arte, literatura, política, economía... que, en temas de divulgación científica, y cuando lo hace es para, normalmente, tratar aspectos que favorecen la visión negativa de la ciencia: la contaminación, el problema del vertido de residuos, la carrera armamentística, etc. Además, tanto la prensa, la radio como la televisión fomentan esta imagen negativa de la ciencia y, no dando espacio a temas científicos de actualidad, lo que redundará en la separación entre cultura y ciencia.

Por otra parte, es importante tener en cuenta, la poca importancia que se ha dado al estudio de la ciencia desde un punto de vista histórico siendo este un mal endémico de nuestro país, por ejemplo. Así, nuestra inversión pública y privada en ciencia y tecnología ha sido siempre sustancialmente inferior a la que realizan los países de nuestro entorno. Históricamente no ha existido preocupación por la cultura científica y se han acuñado barbaridades del estilo “la ciencia son estudios propios de los países del norte” (afirmación de un ministro español del siglo XIX), o “que inventen ellos” como citaba Unamuno. Por ello no es de extrañar que, en las encuestas realizadas a la población, no se conozcan científicos españoles más allá de Ramón y Cajal.

Todo esto contribuye a que la sociedad tenga un sentimiento de desconexión con la ciencia y sus avances, interiorizándose en la población que nuestro país, no es un país de científicos, ni es necesario el conocimiento de ciencia y tecnología.

Otro de los factores que afectan a nuestra investigación es el hecho de que existen grupos sociales activos, con mucha repercusión mediática, que consideran a la ciencia como co-culpable de la situación actual de la sociedad.



En estas ideas también convergen los grupos que siempre se han opuesto a la ciencia, como los creacionistas, los antivacunas o los fundamentalistas religiosos, quienes mediante una gran difusión en los medios de comunicación social presentan a la sociedad una visión negativa de la ciencia que, poco a poco, se traslada a la sociedad.

A todo esto, hay que sumarle que, históricamente, ha sido la propia comunidad científica la que no veía necesario la divulgación de la ciencia para la sociedad, por lo que, no tenía un excesivo interés en la presentación, de sus trabajos, investigaciones y avances a la sociedad para hacerle partícipes de éstos. Así, estos avances científicos eran publicados por científicos para científicos, por lo que el conocimiento científico quedaba limitado a unos círculos elitistas cerrados.

Aunque este último aspecto ha cambiado en la actualidad (de hecho existe una mayor proliferación de revistas científicas, escritas para la comprensión de toda la sociedad, han proliferado museos de divulgación científica...), no hemos conseguido la misma relación entre científico-sociedad, como la relación artista-sociedad o escritor-sociedad, sino que se mantiene la imagen estereotipada de científico como varón, de raza blanca, encerrado solo en su laboratorio, desconectado de la sociedad y con aspecto desaliñado.

### **2.2.2 Relaciones género-aprendizaje de las ciencias**

Los problemas de género se pueden fundamentar en razones históricas y sociológicas. Hay una evidente desigualdad histórica y problemas de visibilidad de las contribuciones de las mujeres al campo de la ciencia, de los que

son responsables, entre otros, la forma de firmar las publicaciones, el sistema educativo que ofrece referentes femeninos o la falta de premios específicos (Traver, 1996; Solbes, 2002). Además, algunos autores hablan de diferencias neurológicas y psicológicas entre chicos y chicas difícilmente superables, que no compartimos. Y, por último, otros hablan de la “vulnerabilidad al estereotipo” de que las chicas “no pueden con los estudios de Matemáticas y Física”, lo que genera ansiedad y hace que la profecía se cumpla (Bain, 2005).

En España muchos trabajos muestran de que los alumnos tienden a elegir estudios y opciones laborales científicas, matemáticas o técnicas en un porcentaje superior a las alumnas (Cantó, 2000; Vázquez & Manassero, 2008, 2009; Rodríguez, Peña y Inda, 2012 y 2014). Mientras que las alumnas optan por opciones humanísticas y sociales (Rodríguez, Torio y Fernández, 2006; Santana, Feliciano y Jiménez, 2012). Además, los distintos informes internacionales (PISA y TIMSS) muestran que se trata de un fenómeno generalizado (PISA, 2015; OECD, 2018).

Así, Miller et al. (2015) constatan que chicos y chicas siguen teniendo una imagen estereotipada de las profesiones y mantienen la creencia de que los hombres tienen cualidades más apropiadas para desempeñar profesiones en el ámbito de la ciencia. También es importante considerar que estas ideas acerca de la capacidad o no de las alumnas para el estudio de las ciencias, también es un factor que influye en las decisiones de las alumnas tanto en su etapa escolar como profesional (Heilman, 2015).

Un ejemplo de esta falta de visibilidad son los numerosos estudios que ponen de manifiesto la inferioridad numérica de las mujeres en ciencia y tecnología en diversos niveles educativos y profesionales (Alloza, Anghel, Dolado, De la Rica y Sánchez Madariaga, 2011; OCDE, 2018).

Esta presencia diferenciada entre hombres y mujeres en el estudio de asignaturas científicas hace que sea un objeto de investigación ampliamente trabajada en la DC (Manassero, 2015). Así, los estudios demuestran que existe una clara relación entre ciencia y género.

Desde la antigüedad hasta el siglo XVIII la marginación científica de la mujer no es más que otro ejemplo de su marginación social. Pero, esto no significa que no existieran. Algunas se ocultaban por el nombre masculino de su marido, hermano o padre con el que trabajaban, por ejemplo, las astrónomas Sophia Brahe y Carolina Herschel o la química, Marie-Anne Lavoisier (Solbes, 2002).

En el siglo XIX cuando comienza la institucionalización de la ciencia aparecen puestos de trabajo para científicos, generalmente como profesores universitarios, y la mujer no aparece hasta mitad del siglo debido a que no se permitía cursar a las mujeres estudios secundarios y de esta manera no podían acceder a estudios universitarios

Sólo comienzan a aparecer científicas destacadas al final del siglo XIX y principios del siglo XX. Pero, aun así, existen otras razones que enmascaran sus contribuciones recientes.

Otro indicador es el escaso número de mujeres que han recibido el Premio Nobel en materias científicas (Nobel prize.org, s.f.). Desde 1900 en

Física solo hay tres (M. Curie en 1903, Marie Goepper-Mayer en 1963 y Donna Strickland en 2018), lo que supone que de los 205 galardonados con este reconocimiento solo 3 son mujeres, un ridículo 1,46%. En Química las estadísticas no mejoran puesto que solo lo han obtenido 5 mujeres (M. Curie en 1911, Irene Joliot-Curie en 1935, Dorothy Crowfoot en 1964, Ada E. Yonath en 2004 y Frances Arnold en 2018), que representan un porcentaje similar al de física, el 2,89%, ya que solo 5 de los 173 galardonados con el Premio Nobel de Química son mujeres.

Por lo tanto, para modificar esta situación se debe reconsiderar el papel de las mujeres en la ciencia y la tecnología. Y se debe comenzar por reescribir la historia de la ciencia y recuperar del olvido mujeres que, pese a haber hecho contribuciones destacables en el ámbito científico-tecnológico, han sido silenciadas por la historia tradicional.

Este olvido se debe, principalmente, a diferentes tipos de sesgos y a concepciones estrechas de la historia de la ciencia que reconstruyen la disciplina sobre los nombres de los grandes personajes y teorías y prácticas exitosas, dejando de lado otras actividades y contribuciones que son también importantes en el desarrollo de la ciencia.

Esta distorsión histórica que hace que la mujer raramente aparezca como protagonista en la historia, no sólo de la ciencia, sino en todas las facetas de la humanidad tiene, entre otras razones, a los sesgos que han cometido los historiadores debido a que sus explicaciones o interpretaciones han de pasar por el tamiz de lo que el paso del tiempo ha permitido que les llegara, con

la subjetividad que ello conlleva, lo que ha llevado a cometer errores y/u omisiones, consciente o inconscientemente, respecto a las contribuciones de científicas y tecnólogas en la construcción de la ciencia.

Por ello, uno de los objetivos fundamentales de las líneas de investigación en DC es conseguir que cada vez las mujeres accedan a la investigación científica con más facilidad, como estudiantes y profesionales superando estas visiones estereotipadas de la ciencia.

Qué enseñar y cómo hacerlo son los retos pedagógicos planteados que pasan por desvelar previamente el “currículo oculto” que impregna una enseñanza que se presenta como igualitaria y no sexista, pero que sigue poniendo trabas y dificultades a uno de los dos géneros. Las niñas están en inferioridad tanto en los programas formales (los contenidos enseñados) como en los programas ocultos (las aspiraciones, expectativas y comportamientos de profesores y alumnos).

Las estrategias utilizadas para alentar el estudio y el trabajo de las niñas y mujeres en las ciencias son variadas. Algunas se han centrado en el contenido de las materias, en la selección de las lecturas adecuadas, en la inclusión de información o en las actitudes y expectativas que las niñas y adolescentes tienen hacia la ciencia y la tecnología y las que los profesionales de la ciencia y tecnología y sus enseñantes tienen hacia las mujeres. Otras, en cambio, se han focalizado en la necesidad de promocionar modelos femeninos a las mujeres que quieren estudiar o dedicarse a la ciencia (Miller et al., 2015), particularmente a las Matemáticas y Física y, por tanto, a las ingenierías (Vázquez, Manassero, 2007b; Marvá y Márquez, 2010; Borrachero et al., 2011b; Brígido et al., 2009, 2010a, 2010b; Costillo et al., 2010 y 2013a).

En este aspecto, los materiales escolares de ciencias se caracterizan por una ausencia casi total de imágenes de mujeres, o la presentación de éstas en los roles tradicionales, volviéndose más escasa su presencia a medida que se avanza en el nivel educativo. Así, existen observaciones de las interacciones profesorado-alumnado que muestran que los docentes de disciplinas científicas interactúan más con sus alumnos varones y los refuerzan en mayor medida que con sus alumnas, una diferencia de trato que además se acrecienta con la edad.

Estas diferencias en el comportamiento se basan en las diferentes expectativas del profesorado con respecto a las capacidades y posibilidades de niños y niñas. Así, se tiende a valorar más la importancia de la formación científica para los niños que para las niñas, y a explicar el éxito por la inteligencia en el caso de los niños y por el esfuerzo en el caso de las niñas lo que, en gran medida, refleja también las diferentes actitudes de los niños y las niñas hacia el aprendizaje de las ciencias, revelando su propia interiorización de los estereotipos de género (Loudet-Verdier y Moscón, 1996; Sadker y Sadker, 1994).

La suma de estos factores ha provocado, por un lado, la falta de identificación de las alumnas hacia la ciencia y, por otro, un rechazo hacia el estudio de las ciencias, con la consecuente disminución de las científicas y tecnólogas. De esta forma se ha producido un círculo vicioso: a menor número de científicas y tecnólogas, menos aportaciones de género femenino; a menor número de aportaciones menos identificación por parte de las alumnas y a menor identificación menos alumnado.

### **2.2.3. La enseñanza de las ciencias**

La organización escolar se puede fundamentar en el análisis de las leyes educativas de estos últimos 15 años (LOGSE, LOCE, LOE y LOMCE) y de las líneas de investigación en DC, para ver la importancia dada a la necesidad de una alfabetización científica para todos, es decir, en qué medida la formación científica forma parte de los conocimientos comunes de todos los futuros ciudadanos; y en qué forma facilitan o dificultan la formación científica de los alumnos y alumnas que pueden escoger el Bachillerato Científico o Tecnológico (Hernández y Solbes, 1995; Hernández et al., 2001; Martín , Gutiérrez ; Gómez , 2011).

Las orientaciones y recomendaciones de las líneas de investigación didáctica han provocado diferentes reformas educativas en los currículos educativos. Las iniciativas han sido de distinta índole, y como ya hemos expuesto antes se pueden reducir en dos líneas de trabajo.

Una primera línea basada en filosofía y psicología de orientación constructivista y las aportaciones de las investigaciones sobre las concepciones alternativas de los estudiantes. Sus propuestas iban sobre todo en la dirección de los aprendizajes de los conceptos científicos mediante estrategias didácticas de cambio conceptual (Marín 1999; Oliva, 1999), al que se añadió el cambio metodológico (Gil y Carrascosa, 1985; Gil et al., 1991) y el cambio actitudinal (Solbes y Vilches, 1989; Vázquez y Manassero, 1998).

Una segunda línea, de carácter más interdisciplinar, se inspira en la aplicación de postulados del movimiento CTS a la educación científica en el aula. El predominio de los conceptos científicos, típico del currículo tradicional de ciencias, se desplaza hacia los contenidos culturales y humanísticos (historia,

filosofía y sociología de la ciencia) funcionales (vida cotidiana y bienestar público y personal, actitudes hacia la ciencia y la tecnología) y sociales (decisiones tecnocientíficas de interés público y medioambiente). (Martín Díaz, 2005).

Para poder analizar la importancia del medio escolar en esta investigación, vamos a analizar los factores que, en nuestra opinión, son los fundamentales: el currículo de ciencias, la forma de enseñanza y de evaluación de estas, el profesorado y los libros de texto.

### **2.2.3.1. El currículo de ciencias**

El currículo de ciencias derivado de la reforma educativa española de 1990 (LOGSE) tuvo como inspiración principal estas propuestas, aunque también influyeron en él otras fuentes diversas. Así, la LOGSE adoptó como línea central la primera de las anteriores, pero también incorporó algunas de las propuestas CTS. Veamos cómo afectó al currículum educativo en las distintas etapas:

- En el currículo de Bachillerato se incluyeron dos temas CTS en cada materia de ciencias y una asignatura optativa CTS, que no se implantaron en todas las comunidades autónomas y que han sido minoritarias entre los estudiantes allí donde se ha implantado.
- En la etapa de Educación Secundaria Obligatoria, el currículo acabó organizándose prácticamente por disciplinas. Así la denominada área de Ciencias de la Naturaleza se diversificó en dos: Biología y Geología, y Física y Química en los dos últimos cursos. También se creó



una nueva área de Tecnología, que, aunque innovadora en su origen, en parte ha dificultado un enfoque CTS más coherente e integrado en esta etapa educativa al ser un área independiente. Esta organización curricular ha diluido las innovaciones, permitiendo que, en la práctica, hechos y conceptos científicos volvieran a situarse en primer plano.

- En la educación primaria, el diseño integrado del área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural podría haber facilitado una visión CTS humanística. Sin embargo, la práctica docente ha estado muy alejada de esa posibilidad, en buena medida debido a la escasa formación científica inicial de los maestros, los cuales suelen dar preferencia al conocimiento del medio cultural y social en detrimento de los más específicos de Ciencia y Tecnología (Oliva y Acevedo, 2005). El balance en la educación primaria es negativo, pues se ha frustrado una educación más humanística de la Ciencia y la Tecnología cuando el currículo oficial integrado parecía favorecerla.

A finales del año 2000, la denominada reforma de las Humanidades cambió los currículos dándoles un contenido mucho más tradicional (MECD, 2001a, 2001b), como se ha discutido ampliamente en otros trabajos (Hernández, Solbes y Vilches, 2001; AA.VV., 2002, 2003). No obstante, en esos currículos también aparece algún que otro detalle de interés (un capítulo titulado “Química y Sociedad” en la educación secundaria o la importancia concedida a las TIC en Tecnología). La posterior suspensión del calendario de aplicación de la LOCE de 2002 y la aprobación de un nuevo proyecto de Ley Orgánica

de Educación (LOE), sumado la facultad de las distintas comunidades Autónomas para diseñar su propia ordenación educativa, originaron incertidumbre sobre su desarrollo futuro y algunas expectativas de mejora.

En resumen, la LOGSE impulsó la inclusión de planteamientos innovadores de la DC y del movimiento CTS en el currículo de ciencias, pero no facilitó los medios estructurales (horarios, optatividad, etc.) para llevarlos a la práctica. La LOCE procuró minimizar las propuestas innovadoras, pero mantuvo (o incluso empeoró) los medios de organización escolar.

En los trabajos de Hernández y Solbes (1995) y Hernández et al. (2001), constatan, que todas estas leyes consideran que la enseñanza de las ciencias sólo debe ser obligatoria hasta 3º de ESO, con tan sólo 2 horas de Física y Química y 2 de Biología y Geología (menos que otras materias, que además son obligatorias hasta 4º de ESO).

Además, en el último curso de la ESO los estudiantes deben elegir las ciencias en competencia con otras áreas como Tecnología, Música y Plástica, lo que llevado al hecho de que las materias científicas no son elegidas ni tan siquiera por estudiantes que después cursarán el bachillerato científico. Esto se vio agravado con la LOE, donde aumentó el número de optativas de 4º de ESO, no permitiéndose que la formación científica forme parte de los conocimientos comunes de todos los futuros ciudadanos.

De esta manera, al disminuir la base de la pirámide de los estudiantes que cursan ciencias, disminuye el vértice, es decir, el número de estudiantes que cursan carreras científicas y técnicas.

En los trabajos de Hernández y Solbes (1995) y Hernández et al. (2001) también se muestra como el abandono de las ciencias subsiste en un Bachillerato de 2 años de duración, en el que desde la implantación de la LOCE sólo se cursan 3 materias científicas por año, esto es solamente 12 horas semanales sobre más de 30. La mayoría de las horas obligatorias en la secundaria y el bachillerato para todo el alumnado son de materias no científicas. A este respecto, conviene recordar que España es el único país europeo que no tiene separadas Física y Química en primer curso de Bachillerato y que nuestros estudiantes siempre habían cursado 4 optativas científicas en el último curso de los Institutos (en el plan del 57, en la LGE y en la LOGSE). Fue el decreto de Humanidades que precedió a la LOCE, el que introdujo la Filosofía II en dicho curso a expensas de una optativa científica, con lo cual los alumnos ahora mayoritariamente sólo cursan 3 asignaturas científicas porque la cuarta debe competir con Educación Física, Informática, Economía, etc., que además no tienen Prueba de Acceso a la Universidad.

Todo ello agravado por el hecho de que el sistema establecido dificulta que los alumnos y alumnas que cursan las optativas de una modalidad (Química y Biología) elijan las de la otra (Matemáticas y Física), con lo cual disminuye el número que cursan estas optativas científicas. Por otra parte, esto provoca que inicien carreras como Ingenierías, Medicina, Farmacia, Químicas, Físicas, sin haber cursado o bien Física o bien Química que necesitarán en el primer curso.

Con la reforma educativa de la LOMCE en 2013(MEC, 2013), ninguna de las dificultades planteadas hasta ese momento fue solucionada, más

bien al contrario. En la ESO se introdujo una asignatura llamada Física y Química, que se cursa en 2º, de manera que en esta etapa la asignatura de Física y Química es obligatoria en dos de los cursos, 2º y 3º, y de manera voluntaria en 4º de ESO. Los alumnos al acabar el tercer curso de la ESO deben de escoger itinerario y en 4º de ESO se pueden matricular en dos itinerarios: el de enseñanzas académicas (Bachillerato de Ciencias y el Bachillerato de Humanidades Sociales) y el de las aplicadas. La optatividad se hace mayor que en las reformas anteriores, de manera que:

- a) El alumno o alumna cuyo itinerario sea el de *enseñanza académica* cursa de manera obligatoria nueve asignaturas, de las cuáles sólo tres son de ciencias. Así, la carga horaria es de 10 horas de asignaturas de ciencias frente a un total de 25 horas de asignaturas obligatorias. En cuanto a las opcionales deben de escoger dos entre asignaturas divididas en dos bloques, bloque A y bloque B. Dentro del Bloque A hay 9 asignaturas de las cuales solo una (cultura científica, con una carga horaria de tres horas) está relacionada con aspectos científicos, y dentro del bloque B hay cuatro asignaturas de las cuales ninguna está implícitamente relacionada con el área ya que son: taller de refuerzo, taller de profundización, competencia comunicativa oral en la primera lengua extranjera y el proyecto interdisciplinar. Por lo que aquellos alumnos cuya opción haya sido la elección de un itinerario científico, como máximo cursaran 13 horas de 32 con carácter científico, lo que representa que sólo el 40 % de su formación corresponderá a asignaturas científicas. Y si tenemos en cuenta la formación en Física y Química el porcentaje se reduce al 9 % la carga horaria total.

b) En cambio, aquellos alumnos o alumnas cuyo itinerario sea *enseñanzas aplicadas*, cursan 8 asignaturas con carácter obligatorio y como troncales de opción deben de escoger entre Iniciación a la actividad profesional o ciencias aplicadas a la actividad profesional (CAAP), luego deben de escoger otra vez entre bloque A y Bloque B. Dentro del bloque A son exactamente las mismas que los alumnos cuyo itinerario sea el de académicas. En este caso dentro de las materias obligatorias aparecen matemáticas y tecnología, con una carga horario de 7 horas, y se puede, como máximo, cursar dos asignaturas de ciencias lo que los llevaría a 13 horas de las 32 del horario académico, de las cuáles en física y química, biología y geología sería, en el mejor de los casos, siempre y cuando escogieran CAAP, 9 % de su permanencia en el centro a la semana. Dentro del currículo de CAAP los contenidos relacionados con Física y química solo se corresponden con 1/3 del temario de la asignatura, por lo que los alumnos en el mejor de los casos sólo reciben contenidos de física y química en un 3 % de su horario.

En 3º de ESO de las materias obligatorias solo 4 horas de las 23 corresponden a Física y Química y Biología (2 horas cada una); troncales deben escoger entre dos asignaturas de matemáticas, entre las aplicadas a la actividad profesional y las académicas, y entre las 12 opcionales, sólo existe una de ciencias, que es Tecnología, y dos talleres que no llevan implícito que sean de ciencias, depende de cada centro (taller de refuerzo y de profundización), y un proyecto interdisciplinario. Por lo que en 3º de ESO, llama la atención que de las 32 horas sólo 4 corresponden a las asignaturas de ciencias (Física y Química, Biología y Geología), y 8 si tenemos en cuenta las matemáticas,

lo que se corresponde con un 25 % de la carga horaria, y si el alumno decide cursar como opcional la tecnología serían 31%.

En 2º de ESO el patrón se repite, en el caso de las materias obligatorias de las 27 horas que el alumno permanece en el aula a la semana, 2 horas son de Física y Química, 2 de Tecnología y 3 de Matemáticas. En cuanto a las opcionales existen 8 opciones de las cuales ninguna corresponde a asignaturas con contenidos científicos, y podrían serlo los dos talleres de refuerzo y profundización si el centro lo propone así, y el proyecto interdisciplinar, de manera que al finalizar 2º de ESO el alumno ha recibido formación durante el 21% de sus horas académicas.

Así, un alumno o alumna que haya estudiado con la reforma educativa de LOMCE la ESO sólo ha recibido, en el mejor de los casos, un 31% de formación en ciencias que, si no tenemos en cuenta las matemáticas, el porcentaje aún resulta significativamente menor.

En cuanto al bachillerato LOMCE, las tendencias de ESO se repiten y los alumnos y alumnas que cursan primero de bachillerato, de las 24 horas de las materias obligatorias ,8 corresponden a Matemáticas y Física y Química (4 horas para cada asignatura). Los alumnos y alumnas además de estas obligatorias deben de escoger las troncales de modalidad entre Dibujo Técnico I y Biología y, dentro de las opcionales dos específicas de opción. Así, la oferta que plantea el currículo de Bachillerato de la Comunidad Valenciana está compuesta por 11 asignaturas diferentes de las cuáles relacionadas con ciencias existen sólo 4 (Anatomía científica, Cultura científica, Tecnología industrial y Tecnologías de la información y la comunicación), de éstas, relacionadas con Física y Química sólo tendríamos una, cultura científica, dentro de la

cual aproximadamente un tercio del currículo corresponde a Física y Química. Por lo tanto, un alumno o alumna que haya cursado el bachillerato científico acaba con una formación obligatoria en ciencias de 12 horas de las 33 que son obligatorias, lo que supone un 36%. Ese porcentaje se vería aumentado si escogiera una o las dos opcionales específicas de opción.

En 2º de Bachillerato, de las 28 horas repartidas entre asignaturas obligatorias y troncales de opción cursan 12 horas (4 de ellas de Matemáticas), y luego deben escoger una de las asignaturas opcionales. Una vez más debe de escoger entre la oferta de 12 asignaturas, de las cuáles solo tres trabajan contenidos científicos (Ciencias de la Tierra y Medio ambiente, Tecnología Industrial y Técnicas de la información y de la comunicación II), y ninguna de ellas relacionadas directamente con el área de Física y Química. Esto supone que, de las 32 horas de permanencia en el centro, solo 12 horas son obligatorias (37 %), y si el alumno o alumna escoge entre algunas de las tres de ciencias de las opcionales, el porcentaje aumenta al 50 %, pero hay que recordar que ninguna de ellas está relacionada con el área de Física y química.

Así cuando llegamos al final de la escolarización en la educación secundaria los alumnos han recibido una formación en ciencias inferior al 50 % en la mayoría de los casos, si su opción es la científica. En el caso que no haya cursado ciencias, no tienen posibilidad de formarse en ciencias ya que se ofertan solo 3 o 4 asignaturas con contenido científico, lo que implica que al final acaban su formación en Bachillerato sin una mínima formación en conceptos y contenidos científicos tan necesarios en la sociedad actual en la que vivimos.

Las propuestas para mejorar esta situación han sido planteadas repetidamente por la comunidad científica y muchas asociaciones de profesores y profesoras de ciencias de secundaria y universidad, pero han sido ignoradas por los sucesivos Ministerios. Se pedía que la carga horaria sea similar a la asignatura de matemáticas en la ESO. También coincidían en que la carga lectiva de las asignaturas científicas de un Bachillerato de Ciencias fuera del 50% del horario, lo que se podría conseguir separando la Física y la Química en 1º de Bachillerato con la obligatoriedad de cursar ambas, como en el resto de Europa. Y hacer que los estudiantes de ciencias vuelvan a cursar 4 asignaturas de ciencias en 2º de Bachillerato, como ha sido habitual. Y todo ello se puede hacer sin incrementar el horario. En 1º de Bachillerato la separación se podría hacer a expensas de la optativa no científica que los estudiantes de ciencias deben cursar y en 2º suprimiendo las optativas no científicas del Bachillerato de ciencias.

### **2.2.3.2. La forma de enseñanza de las ciencias**

De manera que la imagen de la ciencia de los estudiantes es fruto, mayoritariamente, de la enseñanza de las ciencias (Ríos y Solbes, 2002). Otros factores como los medios de comunicación (películas y libros de ciencia ficción, programas, libros y revistas de divulgación, etc.), los profesores de otras materias, los amigos, etc. influyen mucho menos.

Por otra parte, tanto diversas investigaciones (Solbes y Vilches, 1989; Gil 1993, Solbes y Traver, 1996), como diferentes propuestas sobre comunicación y divulgación científica (AAVV, 1999), fundamentan que la enseñanza ha dado tradicionalmente una imagen de la Física y Química que no



tiene en cuenta algunos aspectos que podrían contribuir a hacerla más positiva.

No se utiliza la historia interna de las ciencias para evitar visiones dogmáticas, extraer de la misma los problemas significativos, mostrar el carácter hipotético y tentativo de la ciencia, las controversias y las limitaciones de las teorías los problemas frontera que están pendiente de solución, etc.

Tampoco se usa la historia externa o social de la ciencia, es decir, las relaciones CTS a lo largo de la historia o las CSC y, en consecuencia, no se ve que la ciencia es fruto del trabajo de muchas personas, dando así la idea de una ciencia hecha básicamente por genios, en su mayoría hombres, que ignora las contribuciones de las mujeres científicas o las contribuciones a la ciencia realizadas en países que no son grandes potencias científicas, como el nuestro.

De este modo, en la década de los 80 comienzan desde la DC nuevas líneas de investigación (Ciencia para todos, CTS, Alfabetización científica, CSC) que coinciden en proponer el cambio de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. (Bybee, 1997a). Mostramos a continuación algunas de sus principales ideas:

i) “Ciencia para todos” se ha convertido en un objetivo fundamental en la enseñanza de las ciencias lo que queda demostrado en citas como:

*“La educación científica es para todos –no solamente para aquellos que tiene potencial para convertirse en científicos, tecnólogos o técnicos-. Todos tienen derecho a comprender y tomar parte en procesos de resolución de problemas de la vida cotidiana que necesitan*

*el conocimiento y las disciplinas de la Ciencia ... Un curso de ciencias, por lo tanto, es un componente esencial del currículo de cada chico y chica hasta el final de la escolaridad obligatoria.” Currículo 11-16 (DES, 1977).*

*“Todo el mundo necesita saber algo sobre la ciencia, sus logros y limitaciones, sea o no científico o ingeniero. Mejorar este entendimiento no es un lujo, es una inversión vital para el futuro bienestar de la sociedad” (Royal Society, 1985).*

*“Una sociedad democrática y socialmente justa requiere igualdad de oportunidades educativas. La educación comprensiva es un paso en la dirección apropiada: la provisión de un currículo común es el siguiente paso lógico y necesario. La sociedad se beneficia cuando las habilidades y talentos de todos los niños se desarrollan completamente. El currículo diferenciado...ayuda a perpetuar la sociedad estratificada.... La inevitable consecuencia de seguir un currículo de segunda categoría es un sentimiento de ser de segunda categoría...” (Reid y Hodson, 1987).*

ii) Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (CTS). Paralelamente en el tiempo con “Ciencia para todos” surge un movimiento bajo la denominación de Ciencia-Tecnología-Sociedad y medio ambiente (CTS) cuyo origen hay que buscarlo en la contestación social, ecologista y pacifista, de los años 60 y 70, donde se empieza a cuestionar la confianza ciega en la ciencia y la tecnología, tratando de responder a la pregunta: ¿realmente éstas producen los beneficios incuestionables que la sociedad cree? (Martínez y Rojas, 2006; Martínez, 2012).

Así aparecen cursos, por primera vez en 1969, sobre CTS en las facultades de ciencias y escuelas de ingenierías y, a continuación, en las de humanidades y ciencias sociales. También se produce la creación de sociedades profesionales y revistas dedicadas a CTS y de movimientos sociales cercanos a los orígenes.

En lo que respecta a la educación secundaria, estos movimientos CTS cristalizan, en primer lugar, en la aparición de proyectos diversos y, en segundo lugar, en la introducción de los denominados contenidos CTS en los currículos escolares oficiales.

*“El propósito de la educación CTS es promover la alfabetización en ciencia y tecnología, de manera que se capacite a los ciudadanos para participar en el proceso democrático de toma de decisiones y se promueva la acción ciudadana encaminada a la resolución de problemas relacionados con la tecnología en la sociedad industrial” (Waks, 1990)*

*“CTS aspira a enseñar a sus estudiantes como buscar información relevante e importante sobre una materia dada, de qué manera analizarla y evaluarla y, finalmente como alcanzar una decisión respecto a la acción apropiada. En el proceso de tratar con tales problemas, los estudiantes deberían haber reflexionado sobre los valores implicados en la ciencia y en la ingeniería y reconocer, en último término que su propia decisión está asimismo basada en valores” (Cutcliffe, 1990)*

*“La enseñanza CTS de las ciencias está dirigida a preparar a los futuros científicos/ingenieros y a los ciudadanos conjuntamente para*

*participar en una sociedad cada vez más moldeada por la investigación y el desarrollo en ciencia y tecnología*". (Aikenhead, 1994).

Para algunos autores (Aikenhead, 1994), la innovación CTS representa un cambio paradigmático en lo que respecta a las finalidades de la educación.

CTS es un movimiento muy amplio con repercusiones en numerosos países entre los que se encuentra España, como lo muestran distintas publicaciones, como, por ejemplo, AA. VV. (1995), Solbes y Vilches (1997), Membiela, (2001) y que, aunque acoge concepciones distintas (Aikenhead, 1994, 2002), sí que parece haber acuerdo en las finalidades últimas que trata de alcanzar. Acuerdo que alcanza también a la concepción "Ciencia para todos".

### iii) Alfabetización científica

En las finalidades de los movimientos de renovación de la enseñanza de las ciencias anteriores encontramos el término "alfabetización científica", pero parece que es en la década de los 90 cuando este slogan unifica a algunos pensadores e investigadores de la enseñanza de las ciencias.

Esta línea de investigación recoge todo lo anterior y son varios los autores (Aguilar, 1999; Hurd, 1998) que señalan la importancia de la concepción CTS, en esta nueva corriente a la hora de aceptar que los contenidos científicos posibilitan la adquisición de las capacidades cognitivas necesarias para utilizar la información científica-tecnológica y para el progreso social y económico de la sociedad actual (Hurd, 1998), así como entender las complejas relaciones existentes entre ciencia, tecnología y sociedad. De esta manera una

persona alfabetizada científicamente debe también desarrollar una comprensión funcional de la naturaleza de la ciencia (Abd-el-Khalick, Bell y Lederman, 1998).

En cuanto a la parte académica proporcionar al alumnado un enfoque CTS permite conocer y comprender la ciencia para poder actuar de manera responsable ante los problemas y necesidades de la sociedad actual (Aguilar, 1999; Martín-Díaz, 2002). Además de conectar los contenidos trabajados en el aula y su vida cotidiana, conocer el carácter colectivo de la ciencia e introducir actividades CTS en las aulas, provocan un aumento en el interés hacia el estudio y una modificación en actitudes hacia el estudio de las ciencias.

#### iv) Cuestiones Sociocientíficas (CSC)

Unido al concepto de CTS se comienza el uso del *término cuestiones socio-científicas* (CSC) que comienza a tomar relevancia en la educación científica porque permiten que los estudiantes puedan valorar las distintas fuentes de información, adquirir posiciones alternativas razonadas ante el planteamiento de problemas/necesidades de la sociedad, y ayuda a controlar las estrategias de razonamiento. El término CSC nace en conexión con la toma de decisiones (Ratcliffe, 1997) y con la alfabetización científica de la ciudadanía (Kolstø, 2001), temas típicos de educación CTS (Aikenhead, 1985 y 1994). Las CSC se pueden definir como dilemas o controversias sociales que tienen en su base nociones científicas (Jiménez-Aleixandre, 2010).

Se incorporan al tema de las CSC personas que vienen del campo de la argumentación y que le dan gran importancia a la misma en la resolución de dichas cuestiones (Zeidler, Osborne, Erduran, Simon y Monk, 2003; Jiménez-Aleixandre, 2010). Esto completa el tema de las CSC con aspectos procedimentales

como el uso de pruebas. Por otra parte, algunas veces estas CSC se plantean como debates que favorecen la argumentación y el aprendizaje de las ciencias (Ruiz, Solbes y Furió, 2013).

Esto nos lleva a preguntarnos las relaciones que puedan existir entre CTS y CSC. Algunos parecen considerar que las CSC engloban a CTS y en el libro *The Role of Moral Reasoning on Socioscientific Issues and Discourse in Science Education* (Zeidler, 2003), CTS aparece como un capítulo. En cambio, hay autores (Martínez, 2013) que consideran que las CSC son una parte de CTS. Cuando el programa de investigación de educación CTS estaba empezando, en terminología lakatosiana, a dejar de ser progresivo y con proyectos que iban perdiendo su carácter crítico, surgen las CSC que recuperan dicho carácter y, además, hacen más énfasis en aspectos procedimentales como la argumentación y el uso de pruebas. Es decir, el núcleo del programa de investigación CTS y CSC es prácticamente el mismo y plantear divisiones internas es producir división por meras denominaciones olvidando que lo importante es generalizar el uso crítico de CTS o de CSC en las aulas de ciencias y que esto aún no se ha conseguido. Otra prueba de ellos es que libros o proyectos que recopilan CSC (Conrado y Nunes-Neto, 2018) tienen muchos temas en común con CTS.

De manera que las CSC trabajan conocimientos frontera que convocan a la participación del alumnado, a dar opiniones, a tomar decisiones que conlleven una posición ante una cuestión propuesta (Ratcliffe y Grace, 2003). Las diferentes opiniones sobre dilemas sociales que surgen y que están relacionadas

con la ciencia se convierten en un punto de partida y en un motor de aprendizaje como lo pueden ser las concepciones alternativas y los conflictos cognitivos (Díaz Moreno, y Jiménez Liso, 2011).

Estas CSC también se ha demostrado que ayudan a la toma de decisiones respecto a un problema demostrando la aplicación de todo aquello que han aprendido (Zeidler, Sadler, Applebaum y Callahan, 2009; Topcu, 2010; Wu y Tsai 2010; Yoon, 2011; Çalik y Coll, 2012; Evagorou y Osborne, 2013). Diversos autores también indican que el uso de CSC en el aula ayuda a fomentar el análisis crítico en los estudiantes (Oliveras, Márquez y Sanmartí, 2011).

Además, los docentes con el uso de las CSC favorecen la construcción de autonomía profesional y cuestionan la ideología tecnicista del currículo tradicional, permiten a sus alumnos y alumnas investigar fortaleciendo su capacidad para la toma de decisiones, mejorar su capacidad de argumentación, desarrollar el pensamiento crítico. Todas estas capacidades favorecerán a la toma de decisiones como ciudadano responsable (Martínez, 2012).

Uno de los retos de las nuevas competencias de la enseñanza obligatoria es conseguir un pensamiento crítico en la población, y este pensamiento crítico mejora cuando se introduce en el aula las CSC (Jiménez-Aleixandre, 2010; Solbes, Ruiz y Furió, 2010).

Así, las investigaciones de Gess Newsome et al (2017) proponen integrar el trabajo de CSC en los diferentes elementos educativos: el currículo, la evaluación, la didáctica, y el conocimiento del alumnado para, de esta manera, conseguir que su interés aumente y se produzca una alfabetización científica de la sociedad.

De manera que, tal como apoyan los trabajos en didáctica, la introducción de CSC: mejoran la argumentación y el pensamiento crítico; posibilita al alumnado la aplicación de los contenidos aprendidos en el aula a su vida cotidiana; y, finalmente, es capaz de modificar tanto las actitudes hacia ciencia como su interés hacia su estudio.

Así, una vez planteadas las preguntas de investigación y conociendo que con el uso de las CSC se consigue que los alumnos, y alumnas argumenten, establezcan relaciones de lo aprendido con su vida cotidiana, y con ello aumentan el interés tal y como demuestran numerosos estudios de DC (Hasny y Potvin, 2015), comenzaremos a trabajar con CSC para modificar la visión general del alumnado hacia el estudio de las ciencias y por ende aumentar su interés hacia su estudio.

### **2.2.3.3. La evaluación**

Otra de las causas por la que no se estén implantando estas reformas, que podrían favorecer un mayor interés del alumnado, es la evaluación. A menudo se olvida que la evaluación es imprescindible para que se considere importante (Pilot, 2000). En este sentido, los exámenes institucionales de cada país también son responsables, por omisión, de la poca eficacia de los cambios, porque los contenidos de las innovaciones humanísticas de la enseñanza de las ciencias no suelen estar presentes en ellos, diseñados siempre a favor de los contenidos más tradicionales y propedéuticos (Oliva y Acevedo, 2005). Estos exámenes ponen en marcha un círculo vicioso, que es letal para la implantación de las innovaciones: *no se enseña lo nuevo porque no se evalúa... y no se evalúa porque no se enseña*(Solbes, 2009a).



En definitiva, puede afirmarse que las innovaciones que no se integran armónicamente en los currículos se ven condenadas al fracaso más tarde o más temprano, porque apenas consiguen modificar el resistente núcleo duro propedéutico del currículo real aplicado en las aulas (Fensham, 2004).

En los últimos años, el desarrollo de diversos proyectos transnacionales de evaluación comparativa, como el Estudio de las Tendencias en Matemáticas y Ciencias (del inglés *Trends in International Mathematics and Science Study*, TIMSS) y el Informe del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes o Informe (por sus siglas en inglés Programme for International Student Assessment, PISA) están aportando resultados empíricos sobre los aciertos y errores cometidos en el camino recorrido por las reformas de la enseñanza de las ciencias. Estos proyectos tienen cada vez más influencia a la hora de iluminar las decisiones de política educativa para encarar el futuro de la enseñanza de las ciencias, entre otras materias que evalúan. Veámoslos con un poco de detalle:

#### i) El TIMSS

El TIMSS comenzó a ser aplicado en España entre 1994 y 1995 y se planifica a partir de los currículos normativos de los países participantes (López-Varona y Moreno-Martínez, 1996). La diversidad de estos currículos condiciona el diseño del TIMSS, predominando en buena medida los contenidos más tradicionales en las pruebas y cuestiones, con un importante porcentaje de preguntas de recuerdo de información.

Los resultados de esta evaluación contribuyeron a reforzar la necesidad de los aprendizajes tradicionales y, así, TIMSS 1995 puede haber servido más para fortalecer la enseñanza propedéutica que para afrontar sus defectos.

Ahora bien, el TIMSS también ha aportado datos sobre la presencia de los temas CTS en el currículo. El promedio de estos temas en los libros de texto se sitúa en torno al 4% y el promedio de tiempo que el profesorado manifiesta dedicarle en el aula es aproximadamente el 3%.

Ninguno de los países que dedican más tiempo a estas cuestiones obtuvo buenos resultados de rendimiento general, pero aquellos con mejor rendimiento general sí obtuvieron buenas puntuaciones en las cuestiones CTS (Vázquez y Manassero, 2002).

Por otro lado, TIMSS ha puesto de manifiesto que un buen rendimiento en hechos y conceptos de Ciencia y Tecnología no garantiza mayor interés por la ciencia, siendo muy significativo al respecto el caso de Japón, que obtuvo la mejor puntuación de rendimiento general, pero se sitúa en los últimos puestos respecto al gusto que los estudiantes manifiestan por la ciencia (Fensham, 2004); un resultado que el proyecto internacional ROSE – *Relevance of Science Education*– ha ratificado (Acevedo, 2005 a; Sjøberg, 2004; Sjøberg y Schreiner, 2005).

## ii) PISA

El diseño de las cuestiones PISA tiene un formato más abierto que las del TIMSS, e intenta medir competencias generales y básicas más que conocimientos académicos. Esto implica que se tiene en cuenta la aplicación de conocimientos y procedimientos científicos a situaciones del mundo real, es decir, que PISA opta por un modelo de alfabetización científica conceptual y procedimental (Acevedo, 2005b; OECD, 2003, OECD 2018).

Las evaluaciones del PISA es un estudio llevado a cabo por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y se realizan cada tres años (planificadas a partir del año 2000). Presentan un enfoque centrado en tres focos principales de alfabetización: la lecto-escritora, las matemáticas y las ciencias; que se repiten cada nueve años. De momento, las evaluaciones han sido las siguientes:

Año 2000, lectura; Año 2003, matemáticas; Año 2006, ciencias; Año 2009, lectura; Año 2012, matemáticas; Año 2015 ciencias; y Año 2018 (sin publicar todavía los resultados) lectura.

Las cuestiones PISA están realizadas de manera que en el diseño no se vea afectado las diferencias en el currículum de los distintos países que intervienen y se puedan comparar entre ellos, está encargado por la OCDE. Así la evolución de las puntuaciones medias desde el 2003 de nuestro país han sido las siguientes:

2006 (ciencias): 488,42

2009 (lectura): 488,25

2012 (matemáticas): 496,45

2015 (ciencias): 492,79

Lo que demuestra que no se ha conseguido modificar las puntuaciones medias a pesar de las diferentes reformas educativas.

En el informe PISA de 2015 se proporciona información acerca de que sólo el 24% (28,6% en España) de los alumnos se ven ejerciendo un papel profesional relacionado con las ciencias y más del 55,5% (60,6% en España) en carreras no relacionadas con el ámbito científico, lo que demuestra el menor

número de estudiantes en ciencias. De ese 24%, sólo el 8,6% (11,1% en España) desean realizar su actividad profesional en ingeniería, física, arquitectura etc.; el 11,4% (13,3% en España) profesionales de la salud (médicos, veterinarios, enfermeros); el 2,6% (3,6% en España) en tecnologías de la comunicación y la información (desarrollo y/o aplicaciones informáticas; y el 1,4% (0,6% en España) como técnicos de la comunicación e información (técnico de comunicaciones y electricidad y electrónica).

Además, las expectativas de trabajar en profesiones relacionadas con las ciencias varían notablemente, dependiendo del nivel de rendimiento en la escala de ciencias (PISA, 2015).

Uno de los resultados más importantes de las aplicaciones PISA 2000, hasta 2015, ha sido la desaparición o disminución en muchos países de las diferencias de género, en cuanto a resultados académicos no a número de alumnos, en Ciencia y Tecnología, pues los alumnos y las alumnas obtienen resultados similares. De manera que los resultados que aporta el informe PISA de 2015 son que el promedio del conjunto de países de la OCDE, los chicos (24,5%) y las chicas (23,4%) tienen aproximadamente las mismas expectativas de trabajar en ocupaciones relacionadas en general con las ciencias cuando tengan 30 años. En el caso de España la diferencia también es pequeña entre los chicos (29,5%) y las chicas (27,8%).

#### **2.2.3.4. El profesorado y los libros de texto**

Estas líneas de investigación, así como las reformas educativas, sólo serán efectivas si son aceptadas por los responsables de la educación, es decir,

por el profesorado que es el agente que programa y lleva adelante la formación de los ciudadanos.

Una de las críticas fundamentales que se ha hecho a los procesos de renovación curricular ha sido la escasa atención prestada, hasta prácticamente los años 90, al papel jugado por el profesorado en dicho proceso (Gil, et al,1998; Solbes et al, 2004).

Diversos estudios ponen de manifiesto las marcadas diferencias entre lo perseguido por los diseñadores de currículos y lo que realmente los profesores llevan a la práctica (Cronin-Jones, 1991). Por lo que, la necesidad de asociar las reformas educativas a una correcta formación del profesorado aparece, como la primera lección a extraer de las dificultades aparecidas en los procesos de reforma curricular (Gil, Furió y Gavidia, 1998).

Pero ¿qué tipo de docentes nos encontramos respecto a la enseñanza de las ciencias?

Los resultados de diversas investigaciones (Vázquez, 1994; Mellado, 1998; Borrachero, Brígido y Costillo, 2011d) señalan que las concepciones de los profesores se van formando gradualmente desde su etapa escolar

Sintetizando las diversas investigaciones sobre la aceptación del currículo CTS por parte del profesorado de ciencias, Aikenhead (2003a) establece la existencia de tres grandes grupos estereotípicos en cuanto al profesorado de ciencias en enseñanza secundaria:

- a) Profesorado tradicional: entusiasta de la enseñanza de las ciencias propedéutica, se resiste a las innovaciones y algunos son comprometidos activistas contra ellas.

- b) Profesorado CTS: partidario de participar en proyectos innovadores para mejorar su enseñanza; representa una pequeña proporción dispuesta a apoyar un currículo CTS.
- c) Profesorado intermedio: no comprometido con ninguno de los otros dos grupos; puede ser razonablemente persuadido hacia uno u otro lado.

Como hemos visto, sólo una pequeña parte del profesorado está dispuesta a la aplicación de los resultados de la investigación didáctica, pero ¿cuáles son las razones por las que existe esta reticencia a la aplicación de las innovaciones?

Las razones alegadas por los docentes se resumen en dos: un currículo educativo amplio a impartir en un número reducido de horas lectivas y a falta de formación durante sus estudios universitarios, como en su formación post-académica.

La investigación ha mostrado que la falta de un buen conocimiento de la materia constituye, quizás, la principal dificultad para que los profesores afectados se impliquen en actividades innovadoras. (Gil, Furió y Gavidia, 1998).

Un buen conocimiento de la materia para un docente supone también, conocer los problemas que originaron la construcción de dichos conocimientos y cómo llegaron a articularse en cuerpos coherentes. Se trata, en definitiva, de conocer la historia de las ciencias, no sólo como un aspecto básico de la cultura científica general, sino, como una forma de asociar los conocimientos científicos con los problemas que originaron su construcción. Se puede así, además, conocer cuáles fueron las dificultades y los obstáculos epistemológicos que

hubo que superar, lo que constituye una ayuda imprescindible para comprender las dificultades que van a tener los estudiantes (Gil 1991; Gil, Furió y Gavidia, 1998).

Pero se hace necesario conocer las orientaciones metodológicas empleadas en la construcción de los conocimientos. Por tanto, es necesario, además, conocer la forma en que los científicos se plantean y tratan los problemas, las características más notables de su actividad, los criterios de validación y aceptación de las teorías científicas..., así como sus interacciones CTS, sin ignorar el carácter de las CSC, para aprender a valorar la toma de decisiones, el papel social, la toma de decisiones ante el desarrollo actual de la ciencia en nuestra sociedad.

Para poder conectar al alumnado con su vida diaria, resulta necesario que el docente se encuentre formado en desarrollos científicos recientes, para poder transmitir una visión dinámica, no cerrada, de la ciencia. Adquirir conocimientos de otras disciplinas relacionadas, para poder abordar problemas “puente”, las interacciones entre distintos campos y los procesos de unificación.

De todos estos aspectos fundamentales en la formación inicial del profesorado, existe escasa o nula presencia. Por lo que, cualquier cambio no se corresponde a la enseñanza que hemos recibido, según Claxton (1991), los enseñantes conocen las ciencias regladas demasiado bien, disfrutan de su familiaridad y de su limpio y ordenado despliegue y, como consecuencia, sienten aprensión ante la perspectiva de tener que apartarse del camino trillado para meterse en áreas más controvertidas o menos predecibles.

Otros autores (Mellado et al, 2014) afirman que cuando los futuros docentes comienzan su labor poseen ideas y concepciones sobre la ciencia, y sobre su forma de aprenderla y enseñarla, como consecuencia de los años que ellos mismos han sido alumnos.

Monk y Osborne (1996), discuten los argumentos que justifican que no se incorpore la historia de la ciencia y exploran las razones por las que este mensaje no llega al profesorado. Dan como causas posibles del fracaso, primero las concepciones del profesorado sobre la ciencia y, por tanto, sobre la educación científica y, segundo, los imperativos del aula y de la práctica docente. Como consecuencia, indican que muchos proyectos, incluso elaborados por profesores no han triunfado. Textualmente dicen “este fracaso puede ser debido al hecho de que muchos científicos y profesores de ciencia consideran que la historia de la ciencia no tiene nada que enseñar sobre los métodos de la investigación necesarios para convertirse en un científico experimental”.

Además de esta dificultad se suma que la formación continua, se centra en cursos aislados que, generalmente, no potencian la reflexión del profesorado sobre su propia práctica cotidiana y, en la posibilidad de introducir modificaciones dentro de un plan general y con trabajo en equipo cooperativo.

Furió et al. (2000), entre otros autores, indican la necesidad de una formación que no consista en la participación en cursos aislados, sino en un proceso prolongado en el tiempo de colaboración directa entre el profesorado y los expertos en didáctica de las ciencias. Indican, además, sugerencias muy atractivas que demandarían por parte de las administraciones educativas un cambio radical en su concepción estratificada del profesorado en función del



nivel donde imparte clase y en la concepción de los requisitos y conocimientos que los profesores necesitan para llevar a cabo una educación de calidad.

En realidad, existe una falta de políticas educativas que apuesten, apoyen y financien las innovaciones y las relaciones entre los investigadores y los profesores. El profesorado, en España, apenas utiliza en su formación las revistas sobre didáctica de las ciencias, con lo cual su información y formación en este ámbito son más bien escasas.

Pero, la primera causa que alega el profesorado como dificultad en la implantación de estas reformas es la dificultad intrínseca del currículo de ciencias. Así, la complejidad de la normativa educativa actual en España dificulta la generalización de las características del currículo normativo vigente en la actualidad. No obstante, a pesar de las diferentes orientaciones dadas al currículo en las distintas Comunidades Autónomas (véanse, p.e., AA.VV., 2002, 2003), se puede decir que diversos elementos de un currículo CTS están presentes de un modo u otro, aunque más o menos desorganizados, en el currículo normativo de ciencias, tanto en la educación primaria como en la secundaria, bien sea en objetivos, contenidos, orientaciones metodológicas o criterios de evaluación.

Sin embargo, el currículo aplicado en las aulas apenas los suele reflejar, tal vez, porque los elementos CTS aparecen aislados, poco conectados, de modo que no pueden integrarse en innovaciones efectivas. Por ello, suele quedar reducidos a pura retórica del currículo planificado, dejando disponible para la enseñanza de las ciencias propedéutica el espacio que no ocupan en la práctica. Y las CSC no se encuentran implícitas en ningún apartado de la legislación vigente.

Aunque el profesorado tuviera una buena disposición hacia algunas de estas innovaciones, la dispersión y desconexión de sus elementos en los currículos planificados son una de las causas importantes, entre otras más (Oliva y Acevedo, 2005), para que estas innovaciones no acaben cuajando y, de hecho, estén ausentes en las aulas de ciencias.

Los diseños curriculares verticales, con una larga lista de objetivos comunes y recomendaciones metodológicas para varios cursos, suelen conducir al predominio de la enseñanza de las ciencias tradicional y propedéutica (Fensham, 2004).

Con este planteamiento, el profesorado tiende a centrarse más en los contenidos y olvida los fundamentos y orientaciones que expresan otras finalidades relevantes, de modo que la ciencia propedéutica acaba siendo dominante.

El modelo de diseño y planificación curricular español es muy complejo, con un nivel estatal y otro autonómico que a veces no caminan coordinados, produciendo planificaciones extensas y farragosas, con tantos árboles que a menudo no permiten ver el bosque. Contiene numerosas prescripciones y sugerencias, posiblemente incluye referencias a los lemas innovadores aquí reseñados, pero le falta organización y dirección más globales, así como concretar su sentido.

Ante las situaciones complejas y los conflictos, el profesorado recurre habitualmente al enfoque tradicional para salir al paso de las dificultades que encuentra.

Si se desea superar el punto de vista propedéutico en la educación obligatoria y hacer posible una educación en la que las cuestiones sociocientíficas en el aula, entre otras cosas es necesario reorganizar el currículo simplificándolo y clarificándolo, de modo que se concrete más su sentido global o se destaque una finalidad educativa principal de la enseñanza de las ciencias en cada curso o ciclo, que domine a los propios contenidos.

Son numerosos los autores que consideran que una de las principales causas del fracaso de los movimientos de innovación en la enseñanza de las ciencias se encuentra en que los currículos oficiales no recogen apropiadamente los últimos avances de la investigación educativa. Así por ejemplo, Hurd (1998), en una postura muy crítica, defiende que durante siglos la mejora de los currículos escolares ha consistido en una actualización de las disciplinas científicas, que los currículos llevados a la práctica son descriptivos y focalizados en las leyes, teorías y conceptos de las distintas disciplinas, que durante el último siglo se ha dicho que los currículos deben responder a las necesidades de los estudiantes, pero que todavía no se han definido estas necesidades en términos educativos.

También hay quien indica que estos currículos están repletos de los contenidos y objetivos “académicos de siempre” y no hay tiempo en las aulas para introducir los nuevos contenidos para el desarrollo de las nuevas capacidades buscadas.

Además de los intereses por conservar los currículos académicos, tal y como apuntan Fensham y Harlen (1999), existe una dificultad real en la concreción de los grandes principios en objetivos y contenidos específicos.

Por último, la importancia de los libros de texto en el proceso educativo es indiscutible (AA.VV., 1997), ya que, una vez elegido por el profesorado, éste deposita en él un alto grado de confianza.

Los libros de texto en escasas ocasiones apuestan por las innovaciones porque, las grandes editoriales siguen manteniendo ciertas ideas del pasado ya que consideran que de esta forma aseguran la aceptación del profesorado y con ello sus beneficios económicos. Por otra parte, los escasos materiales curriculares alternativos, que muestran la forma de llevar a cabo las investigaciones e innovaciones educativas, no cuentan con el apoyo necesario.

Un ejemplo claro es lo ocurrido con el Proyecto Salters en España (Caamaño et al., 2001), que después de cinco años de estar terminado y experimentado no consiguió ser publicado, a pesar del interés un número no desdeñable de profesores ha mostrado su interés, existiendo alguna editorial que lo consideró libro de consulta para los profesores, pero no como libro de texto para el alumnado.



## CAPÍTULO 3: DISEÑO EXPERIMENTAL PARA CONTRASTAR LA PRIMERA HIPÓTESIS

### 3.1. Operativización de la hipótesis

La investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) ha demostrado desde los años 80 un especial desinterés hacia el estudio de las materias científicas en la educación secundaria obligatoria y posterior (Solbes, Monserrat y Furió, 2007; Robles, Solbes, Cantó y Lozano, 2015; Esteve y Solbes, 2017).

Estos estudios se han centrado en las causas del desinterés, pero no se puede realizar un estudio de un fenómeno tan complejo reduciéndolo únicamente a una de las causas, y hay que añadir a estas causas otras más.

De forma que, la primera hipótesis (HP1) afirma que: *Existe un desinterés hacia la enseñanza de la Física y Química y una imagen negativa de las mismas. Se trata de un fenómeno complejo y multicausal, acentuado porque la enseñanza de la Física y Química se centra en aspectos cuantitativos, operativos, ignorando otros que, según la investigación en didáctica de las ciencias, podrían contribuir a incrementar el interés hacia ellas.*

Por tanto, se puede concluir que la imagen de la ciencia que se muestra desde la sociedad y de la enseñanza de la ciencia provoca este desinterés y podremos mostrarlo de forma destacada en:

- Las muchas referencias de los libros de texto a los aspectos propedéuticos y las escasas referencias a otros aspectos mencionados que conseguirían una mayor motivación, y por ende un aumento en el interés hacia el estudio de las ciencias.

- Las opiniones del profesorado que, aunque considera fundamental la motivación de sus alumnos en el proceso enseñanza-aprendizaje, no la trabaja normalmente en el aula.
- La nula presencia en el trabajo en el aula sobre las contribuciones de las científicas, por lo que se excluyendo de la ciencia a una de las partes fundamentales en su construcción, seguimos excluyendo a una parte de la sociedad hacia el estudio de la ciencia.
- El escaso trabajo con CSC, con lo que esta imagen negativa de la sociedad no se verá modificada si se continúa mostrando una enseñanza de las ciencias en las que no se trabajen estos aspectos que destacan las contribuciones de los científicos y científicas a la mejora de la sociedad, los valores y las actitudes asociadas a las ciencias.
- La presencia de un círculo vicioso en el que continuar con un trabajo descontextualizado promueve cada vez un mayor desinterés por parte de los alumnos, y una visión cada vez más negativa de la ciencia.

Los aspectos antes mencionados se pueden identificar a través de los detalles susceptibles de ser contrastados y que a continuación se indican como objetivos de investigación de la primera hipótesis (HP1):

*O1-HP1. Analizar los libros de texto de Física y Química no tienen en cuenta los avances de las líneas de investigación en didáctica y reflejan una enseñanza propedéutica en la que se transmite una visión negativa de las ciencias.*

Para su estudio, se investigará si en los libros de texto utilizados mayoritariamente observamos que:

(1.1) La enseñanza de la Física y Química se centra en los aspectos cuantitativos, operativos, que exceden al conocimiento matemático de

los alumnos e incluso hasta el punto de superar en algunos casos (por ejemplo, la formulación), lo que se hacía en BUP.

(1.2) No se tienen en cuenta algunos aspectos de las ciencias que, según la investigación en didáctica de las ciencias, contribuyen a mostrar a una imagen más positiva, como prácticas de laboratorio, historia de la ciencia, etc.

(1.3) No muestra las finalidades y valores de la ciencia y se limita a los puramente cognoscitivos, así como que no presenta ejemplos de ética, responsabilidad moral de los científicos y científicas, lo que ayuda a mejorar la visión hacia ellos y ellas.

(1.4) No muestra cómo la ciencia puede contribuir a resolver problemas y necesidades humanas.

*O2-HP1. Averiguar si el profesorado, a pesar de considerar necesaria la motivación como parte fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje, incluye en su programación aquellos aspectos que contribuirían a su aumento como las relaciones CTS y las CSC.*

Esta falta de aplicación y trabajo de aquellos aspectos que se van a trabajar en el aula son debidos a diversos factores:

(2.1) No tener en cuenta la motivación como parte fundamental del proceso enseñanza-aprendizaje y que, por tanto, deben ser tenidos en cuenta aquellos factores que aumenten el interés por parte del alumnado.

(2.2) Las concepciones de los docentes sobre las finalidades, los objetivos y los valores de las ciencias, o bien porque no creen que formen parte de la práctica docente, bien porque los desconocen o no los aplican



(2.3) Las ideas sobre lo que es ciencia para los docentes, puesto que el profesorado no cree que trabajar estas cuestiones sea algunas de sus competencias.

(2.4) La ausencia de las CSC y las relaciones CTS en el día a día en el aula, puesto que aunque haya alguna predisposición a trabajar la metodología, encontramos en el profesorado que no las utiliza dos posiciones diferenciadas: en primer lugar están los que directamente no quieren o no ven adecuado su uso; pero también existe otro grupo de docentes que, aunque le parezca interesante, no las pone en práctica por diversas razones (no creen que forma parte del currículo, no hay tiempo suficiente ante la excesiva carga lectiva de un currículo muy amplio, no son evaluados en los exámenes de acceso a la universidad, etc.).

(2.5) La clara deficiencia en la formación del profesorado en cuestiones tan primordiales como psicología del aprendizaje, didáctica de las ciencias, historia de las ciencias, tanto en su formación universitaria como en la formación permanente. Por lo que, difícilmente se puede enseñar algo que se desconoce.

*O3.HP1. Analizar la imagen de la Física y Química y el interés hacia las mismas que tiene el alumnado*

Esta imagen de la ciencia provocará que el alumnado:

(3.1) No sea capaz de identificar qué valores les aporta la ciencia, posiblemente ni los puramente cognitivos, de forma que en su enseñanza no reciben la parte de la ciencia que les ayuda a comprender y aceptarla de una forma más positiva.

(3.2) No reconozca las repercusiones sociales de muchos productos del conocimiento científico, y si lo hacen, conocen más contribuciones negativas de la Física y Química (el armamento, la contaminación, etc.) con lo que estamos afianzando su visión negativa de la ciencia.

(3.3) Desconozca las contribuciones de la Física y la Química a la resolución de necesidades humanas, lo que afianza la visión de la ciencia como conocimiento cerrado y desconectado de la sociedad, y por lo tanto separada de su vida cotidiana, factor determinante en la motivación de los alumnos.

(3.4) Tenga la creencia que la ciencia es el fruto de unos pocos genios, y no la ven como una actividad humana y colectiva donde han participado y participan muchas mujeres. Con esta visión se consolida la idea de la ciencia en manos de unos pocos científicos de raza blanca, hombres y aislados en su laboratorio.

(3.5) No sea consciente del contexto histórico y social que impidió antes el trabajo de las mujeres en la ciencia, que hace que las científicas y sus contribuciones sean poco visibles, lo que demuestra una visión de la ciencia en la que la cuestión de género no es la adecuada.

*O4.HP1. Estudiar si el género juega un papel importante en la elección de las ciencias a partir de las diferencias entre los alumnos matriculados y las alumnas matriculadas en especialidades y asignaturas científicas.*

De forma que esperamos encontrarnos con los siguientes aspectos:

- Una disminución progresiva y paulatina de la matriculación de alumnas en las áreas científicas, en especial en Física y Matemáticas, principalmente y, en menor grado, en Química.

- Una sensación de no pertenencia a la construcción de las ciencias, debido a las pocas científicas que contribuyeron a su crecimiento trabajadas a lo largo de su escolarización.

### **3.2. Diseño experimental para contrastar la primera hipótesis.**

Los diseños de instrumentos de observación y recogida de información para contrastar nuestra hipótesis han consistido en la elaboración, ensayo y aplicación de distintos cuestionarios, redes de análisis de textos, entrevistas, análisis de datos de matriculación y análisis de bibliografía. Se trata de un diseño múltiple y convergente, es decir, abordar la misma cuestión desde diversos diseños y ver que los resultados son coherentes. Con esto podemos demostrar la hipótesis concreta que señalábamos en el epígrafe anterior. Según los colectivos a los que se han dirigido los cuestionarios y las finalidades que éstos persiguen, las características de los ítems y de las muestras han sido diferentes.

El **primer instrumento** es una red de análisis de libros de texto. La elección de este instrumento se debe a la importancia que tienen los libros de texto en el proceso enseñanza-aprendizaje, ya que es el material más utilizado, en el día a día del aula y es el elegido en primer lugar por los docentes como guía de aprendizaje para sus alumnos y alumnas. Esta elección marcará el modo de enseñanza y en consecuencia los conceptos, procedimientos y actitudes mostrados a los alumnos, y por lo tanto lo que ellos podrán aprender.

El análisis de O1 relacionado con los libros de texto utilizados en las aulas, se ha realizado por medio del estudio de una muestra de 32 libros de texto de Física y Química de 9 editoriales diferentes en las que se han trabajado

diferentes niveles de Educación Secundaria Obligatoria y de Bachillerato, publicadas desde 1996 hasta 2015 por algunas de las editoriales de mayor difusión.

El **segundo instrumento** utilizado, se ha diseñado para el estudio del colectivo del profesorado correspondiente al O2. Consta de tres cuestionarios diferentes, que los nombraremos como P1, P2 y P3. La muestra analizada corresponde a un total de 74 docentes, donde se reúnen profesores en activo que se encontraban realizando actividades de formación permanente, y futuros docentes que se encontraban realizando el último curso de CAP

El **tercer instrumento**, para el O3, está dirigido al colectivo más importante en nuestro estudio, el alumnado. Para el estudio de este colectivo se les han aplicado dos cuestionarios, que llamaremos A1 y A2, a alumnos que siguen una enseñanza habitual donde esperamos encontrar que imagen e interés tienen. La aplicación se ha llevado a cabo hacia el final del curso escolar, para poder evaluar todos los contenidos concretos que los alumnos estaban recibiendo. Se ha realizado en sesiones de aproximadamente 55 minutos y los alumnos han tenido tiempo suficiente, ya que la práctica totalidad acabaron antes de finalizar la clase.

La muestra trabajada corresponde a 83 alumnos de 2º, 3º y 4º de ESO de diferentes institutos de la provincia de Valencia y se han llevado a cabo con la colaboración de tres profesores y profesoras, además de la autora de la investigación. En la construcción de la muestra se tuvo en cuenta que estuvieran representados los diferentes niveles de enseñanza, así como enseñanza pública y concertada. Los cursos corresponden a 2º, 3º y 4º de ESO:

- En 2º de la ESO es la primera vez que cursan a la enseñanza de Física y Química como área y podremos evaluar su enseñanza hasta el momento, así como sus dificultades, sus impresiones, etc. en el área en su primer curso de aprendizaje.
- En 3º de ESO, también correspondía a la primera vez que se enfrentaban a la asignatura como área, ya que aún no se había implementado la LOMCE, por lo que del mismo modo que en 2º de ESO se podrán poner de manifiesto, su visión, temores e ideas acerca de la asignatura.
- En 4º de ESO, como sabemos su enseñanza es optativa por lo que podremos detectar que sucede en alumnado que tiene como elección el estudio de ciencias en su periodo de escolarización.

De este modo, garantizamos el estudio sobre todos los alumnos, tanto los de ciencias como los que no, con la muestra de 2º y 3º de ESO, y también una segunda muestra en la que trabajamos sobre aquellos alumnos cuya elección ha sido las ciencias, los alumnos de 4º de ESO.

El **cuarto instrumento** de trabajo va a corresponder los datos de matriculación en las pruebas de acceso a la universidad, se han analizado datos desde el año 1997, en el que los alumnos aún cursaban COU, hasta el año 2017. Para poder desarrollar el O4 que trata la cuestión de género, se analizó:

- La matriculación en tres IES de la Comunidad Valenciana, para ver cuál era la evolución en la matrícula de alumnos y alumnas.
- También se estudiaron los datos de los alumnos y alumnas matriculadas y después tituladas en la Universidad de Valencia, para ver qué es lo que ocurre en las ingenierías (cuyos alumnos/as han estudiado matemáticas y física), rama biosanitaria (cuyos alumnos/as han estudiado

biología y química) y en la literaria (cuyos alumnos/as, en principio no han cursado asignaturas de ciencias).

Y, por último, el **quinto instrumento** corresponde a entrevistas realizadas a alumnos y alumnas de ESO y Bachillerato. La muestra es muy diversa ya que está formada por alumnos que sí cursaron Física y Química en 4º de ESO y que en el bachillerato no lo cursaron, a alumnos cuya elección en 4º de secundaria ya no fue ciencias, y a alumnos que sí escogieron ciencias y su formación universitaria va a ser científica. La muestra es de 22 alumnos y se realizaron hacia el final del curso escolar para no interferir, en algunos de ellos, en la formación que estaban recibiendo. En las entrevistas esperamos encontrar algunas de las causas que serán objeto de estudio en la siguiente parte de nuestro estudio.

### **3.2.1. Red de análisis de libros de texto (O1)**

El principal instrumento de trabajo en el aula corresponde al libro de texto, por lo que el primer análisis se realizó sobre una muestra de libros de editoriales nacionales utilizados en la Comunidad Valenciana.

El análisis de los libros de texto se ha llevado a cabo a partir de la exploración detallada de una amplia y variada muestra del material que tiene mayor difusión en los centros de Educación Secundaria Obligatoria y de Bachillerato. Los aspectos para analizar se han formulado en forma de cuestiones para comprobar su presencia o ausencia en cada uno de los libros trabajados.

Aunque la ausencia o presencia de elementos es fácil de contrastar, la valoración del carácter educativo resulta difícilmente analizable bajo paráme-

tros rigurosamente objetivos. Por ello, no vamos a analizar únicamente, su presencia o ausencia, sino dónde, en qué lugar y cómo se presentan estos contenidos, ya que la forma de presentación refleja la intención del comunicador. Diversos estudios en el campo de la DC ya han considerado esta cuestión y se han considerado diferentes factores que permiten aproximarse al “valor” o la “importancia” que los autores desean dar a determinados aspectos en los libros de texto en función del modo en qué se presentaba la información.

La red de análisis de texto se ha pasado a una muestra de 32 libros de texto del área de ciencias naturales de 1º y 2º de ESO, de 3º y 4º de ESO del área de Física y Química, de 1º de Bachillerato de Física y Química, de 2º de Bachillerato de Física y de 2º de Bachillerato de Química, publicados desde 1996 hasta 2015, de nueve editoriales diferentes.

La red fue ensayada en primer lugar por dos profesores, para comprobar su validez y una vez demostrada, se comenzó su aplicación.

La red consta de 15 cuestiones enunciadas de manera afirmativa (para la comprobación de la presencia o ausencia) de aquellos elementos que consideramos importantes según el planteamiento de nuestra HP1, y que esperamos que aparezcan de forma minoritaria o testimonial, cuando no serán prácticamente ausentes. También considera en las ocasiones necesarias cuál ha sido la forma de introducir los contenidos.

Las cuestiones propuestas incluyen aquellas consecuencias detalladas en el epígrafe 3.1 susceptibles de ser directamente comprobadas. A continuación, se muestra la red empleada.

## RED PARA EL ANÁLISIS DE LIBROS DE TEXTO

TEXTO ANALIZADO: AUTORES, AÑO DE PUBLICACIÓN, TÍTULO, CURSO, CIUDAD, EDITORIAL.

1. Realiza tratamientos cualitativos previos a los cuantitativos:

Sí      No

2. Hasta dónde llega en el tratamiento cuantitativo

ecuaciones  vectores  derivadas  integrales  otras .

se corresponde con el nivel de las matemáticas de ese curso

Sí      No

3. Cómo presenta la formulación

Como un lenguaje

Como una forma de entender las sustancias y sus propiedades

Otras

4. Dónde presenta la formulación

A comienzos de la química

Como anexo

¿Dónde remite al mismo?

Después de átomo y enlace

5. Hasta dónde llega en la formulación:

inorgánicos binarios , inorgánicos ternarios  o más ,

hidrocarburos , funciones orgánicas

6. Aparecen trabajos prácticos

Tipo “recetas”

Pequeñas investigaciones

Situados dentro del texto (como recuadros)

Al final del capítulo

Integrado en el texto (teoría práctica)

7. Aparecen descripciones de aparatos, máquinas, etc.

SÍ      NO

Situados dentro del texto (como un cuadro)

Al final del capítulo



- Integrado en el texto (teoría práctica)
8. Aparecen cuestiones sociocientíficas  
SÍ            NO  
Situados dentro del texto (como un cuadro)   
Al final del capítulo   
Integrado en el texto (teoría práctica)
9. Aparecen aspectos de historia de la ciencia:  
Biografías contextualizadas ,  
Textos originales ,  
Trabajos prácticos como los originales ,  
Otras   
Situados dentro del texto (como un cuadro)   
Al final del CAPÍTULO   
Integrado en el texto (teoría práctica)
10. Explicita finalidades de la ciencia:  
Sólo en la introducción   
En capítulo sobre método científico   
Otras   
¿Cuáles?
11. Presenta valores de las ciencias:  
sólo en la introducción   
En capítulo sobre método científico   
Otras   
¿Cuáles?
12. Se presentan ejemplos de cómo las ciencias pueden contribuir a resolver problemas o necesidades humanas:  
Alimentación ,  
Salud y medicina ,  
Fuentes de energía ,  
Comunicaciones ,  
Otras .
13. Presenta ejemplos de participación de científicos y técnicos, temas de armamento

SÍ	NO	
¿Cuáles?		
14. Presenta investigaciones científicas sobre contaminación, agotamiento de recursos.		
SÍ	NO.	
¿Cuáles?		
15. Aparecen ejemplos de científicas		
SÍ	NO	¿Cuáles?

*Tabla 3.1. Red de análisis de libros de texto*

Esta red de análisis se diseñó para poder contrastar la SHP 1 dentro de la HP1, relacionada con la metodología de enseñanza. Para ello lo que se hizo fue diseñar ítems para comprobar cada uno de los aspectos que la SHP1 plantea y que se muestra en la *Tabla 3.2*.

<b>ASPECTOS TRATADOS EN O1</b>	<b>ÍTEM DE LA RED DE ANÁLISIS DE LIBROS DE TEXTO</b>
1.1. Enseñanza propedéutica, superando nivel matemático del alumnado	T1, T2, T3, T4, T5 y T6
1.2. Imagen positiva de la ciencia	T6, T7, T8 y T9
1.3. Finalidades y valores de la ciencia	T10, T11 y T12
1.4. Resolución de problemas y necesidades humanas	T12, T14 y T15

*Tabla 3.2 Relación entre los aspectos tratados por O1 e ítems de los libros de texto*

Las cuestiones de la red T1, T2, T3, T4 y T5 conectan con el aspecto 1.1 de O1-HP1 que se focaliza en la metodología de enseñanza basada fundamentalmente en los aspectos cuantitativos, operativos, obviándose los conocimientos de los alumnos.

Las cuestiones T6, T7, T8 y T9 se correlacionan el aspecto 1.2 de O2-HP1 que hace referencia a la omisión de aquellos aspectos que las líneas de investigación en didáctica de las ciencias demuestran que ayudarían a la motivación y al aumento de interés de los alumnos y alumnas.

El aspecto 1.3 de O3-HP1 está conectado con las cuestiones de T10 a T12, de forma que con estas cuestiones buscamos refutar o validar la idea de la ausencia en la enseñanza de las ciencias de los valores y finalidades implícitas en éstas.

Las cuestiones de la red de análisis T12, T13, T14 y T15 están relacionadas con el aspecto 1.4 de O1-HP1. De forma que con las tres primeras buscamos demostrar que a nuestro alumnado no se les muestran las contribuciones de la ciencia y los científicos en la mejora de la sociedad, y de las posiciones éticas de más de un científico hacia las cuestiones de la sociedad, mientras que la T15 está relacionada con la cuestión de género.

A la hora de hacer la valoración y observación de los libros de texto hemos intentado agrupar las principales causas asociadas a la desmotivación de los alumnos y alumnas hacia el estudio de las ciencias. Por ello, la redacción de estas causas en forma de cuestiones sirve para demostrar la ausencia o presencia de estos factores. Pero no sólo hemos tenido en cuenta su presencia o no, sino cómo los autores y autoras de los libros quieren mostrar la información, ya que la intención de la comunicación y la finalidad de la información introducida queda manifiesta en el *cómo*, *dónde* y *la forma* en que esta información se comunica:

- Así, *cómo* presentamos una información demuestra cuál es la intención del autor o autora. Por ejemplo, la introducción en forma de receta de alguna de las prácticas de laboratorio no busca la misma intención que

si se presentan en forma de una pequeña investigación, más enriquecedora para el alumno.

- Tampoco demarca la misma intención *dónde*, qué lugar escogemos para introducir un determinado contenido. Por ejemplo, en el caso de los trabajos prácticos no se busca la misma finalidad si se presentan como forma de anexos al final de un capítulo en forma de pequeñas recetas sin intervención por parte del alumnado, que si se sitúa dentro del texto como una pequeña investigación que será más motivadora y enriquecedora.
- Además del cómo y dónde es importante la *forma* en que se introduce un contenido ya que es importante resaltar la imagen que podemos transmitir de la ciencia. Un ejemplo es que, si las CSC se introducen únicamente tratando temas de contaminación, armamento, etc., sin mostrar ningún aspecto más, estamos ayudando a fomentar la imagen negativa de la ciencia.

El objetivo de este análisis es poner de manifiesto la forma de enseñanza realizada por estos libros de texto que, habitualmente, transmiten la información propedéutica, es decir, preparatoria para cursos superiores, con énfasis en los aspectos operativos, formales, etc.

Así, en el capítulo de presentación de los resultados demostraremos que el porcentaje de los libros de texto que reúnen los elementos motivadores de los alumnos y que no caigan en cada una de las causas enunciadas en el capítulo de fundamentación teórica de nuestra hipótesis va a ser mínimo (por no decir nulo), con respecto a los que hacen caso omiso.

Consideraremos que O1-HP1 quedará comprobada si en más de un 70% de los libros de texto evaluados no aparece el ítem que estamos buscando, o si aparece, no aparece de la manera en que se dé un valor adecuado, como hemos comentado en *cómo*, *dónde* y la *forma*. Por tanto, la hipótesis quedará refutada si existe un porcentaje menor al 70 %.

Este criterio llevado a cada uno de los ítems quedaría de la siguiente manera:

Aspecto 1.1 de la O1-HP1:

- La pregunta T1 del cuestionario (que hace referencia a la presentación de forma cualitativa de los temas trabajados que consideramos como la más favorable frente a la cuantitativa), se considerará refutado si la respuesta es SÍ en más de un 70%, ocurriendo el caso contrario si la respuesta es no.
- La pregunta T2 (que hace referencia al nivel en que se presenta en el libro de texto los tratamientos cuantitativos, si se acomodan a los conocimientos de los alumnos o no, obviamente debería responder al nivel matemático de los alumnos), quedará comprobada si en más de un 70% la respuesta es que no se corresponde al nivel matemático de los alumnos a los que se presenta.
- Las preguntas T3, T4 y T5 (que hacen referencia a la *forma* y el *cómo* se presenta, de forma que en cada una de estas preguntas existen unos subapartados de cómo se presentan estos temas), consideraremos como comprobada si en más de un 70 % en los libros de texto se presentan los temas de manera no indicada por la DC.

### Aspecto 1.2 de O1-HP1:

- Las cuestiones T6 a T9 hacen referencia a la omisión de aquellos aspectos que las líneas de investigación en DC demuestran que ayudarían a la motivación y al aumento de interés de los alumnos. Así, al igual que en las preguntas anteriores aparece unos subapartados en los que buscamos encontrar la forma y el cómo se presentan los temas. En este caso, lo que estamos preguntando es sobre las relaciones Ciencia, tecnología y sociedad. Consideraremos comprobada si en más de un 70 % los aspectos CTS no aparecen integrados en el texto, sino que o no parecen o lo hacen como una mera referencia en un anexo, en un cuadro, a pie de página, etc.

### Aspectos 1.3 y 1.4 de O1-HP1:

- Las preguntas de T10 a T14, sobre la presentación de los valores, finalidades, las contribuciones de la ciencia a la sociedad, etc., y consideraremos que quedan comprobadas si en más de un 70% de los textos estudiados, se obvian o no se trabajan de manera integrada estos temas.
- La cuestión T15 está relacionada con la cuestión de género y quedará confirmada si en más de un 70% de los casos no aparecen las contribuciones de las científicas a la ciencia y a su construcción, y el alumnado no conoce los nombres de estas mujeres.

### **3.2.2. Diseño para contrastar el papel del profesorado en el proceso de enseñanza-aprendizaje (O2).**

El objetivo de una parte de la HP1 es demostrar que en las aulas no se trabajan los aspectos que la Didáctica de las ciencias considera fundamentales para el aumento de la motivación en los alumnos y alumnas, y para la mejora de su aprendizaje. Para ello, se estudió a responsables de la programación del aula, para poder analizar cuál es su metodología de trabajo y, por ende, qué es lo que sus alumnos y alumnas aprenderán, cómo y qué visión adquirirán.

Nos hemos centrado en dos grupos que son representativos. El primero de ellos está constituido por profesores en activo que se encontraban en formación en temas de didáctica; mientras que el segundo de los grupos que constituye la muestra está formado por alumnado que acaban de abandonar la universidad y buscan su futuro en la educación, los alumnos del CAP. La muestra trabajada consta de 74 profesores, con diferentes grados de motivación y sensibilización, de diferentes niveles educativos y áreas.

Se realizaron tres cuestionarios (P1, P2 y P3), que presentamos a continuación.

#### **a) Cuestionario 1 para el profesorado (P1).**

El P1 tiene como finalidad encontrar cuáles son las cuestiones que, a ellos, en su formación, les resultaron motivadoras en su enseñanza, de forma que se busca la forma de enseñanza que ellos recibieron y sus deficiencias, así como los aspectos que según ellos fomentarían el interés en su alumnado. El texto del cuestionario P1 era el siguiente:

### **CUESTIONARIO 1 PARA EL PROFESORADO (P1)**

1. Señala aspectos que te interesaron cuando eras estudiante de ciencias
2. Señala aspectos de tu escolarización que podrían interesar a tus estudiantes
3. ¿Cuáles crees que son las causas del desinterés hacia el estudio de las ciencias?

*Tabla 3.3 Cuestionario 1 del profesorado*

Su objetivo es indagar sobre cuáles fueron las actividades que más les gustó trabajar a ellos en su etapa de escolarización. También sobre cuáles son las actividades que consideran más motivadoras para sus alumnos, así como conocer cuál es su opinión acerca de los motivos en el desinterés del alumnado. Por tanto, el cuestionario P1 está relacionado con el aspecto 2.1 de O2-HP1 y que analiza la motivación como parte fundamental del proceso enseñanza-aprendizaje para aumentar el interés del alumnado en las ciencias. Así:

- La primera de las preguntas (P1.1) intenta indagar sobre la enseñanza recibida por el profesorado durante su período de escolarización.
- La segunda pregunta (P1.2) quiere poner de manifiesto que las actividades que van a nombrar como motivadoras y que podrían cambiar la visión del alumnado (y por lo tanto un aumento del interés), no aparecerán en su enseñanza.
- La pregunta 3(P1.3) tiene como objetivo conocer cuál es su opinión acerca del núcleo central del aspecto 2.1 del O2-HP: el desinterés del alumnado.



### **b) Cuestionario 2 para el profesorado (P2).**

Con el segundo cuestionario, relacionado con el aspecto 2.2 de O2-HP1, se buscaba indagar sobre las concepciones que tienen los docentes en cuanto a las finalidades, los objetivos y los valores de las ciencias. Su enunciado era el siguiente:

<b>CUESTIONARIO 2 PARA EL PROFESORADO (P2)</b>
1. ¿Cuáles crees que son las finalidades (u objetivos) de la enseñanza de las ciencias?
2. ¿Qué valores consideras que se transmiten al enseñar ciencias?

*Tabla 3.4. Cuestionario 2 para el profesorado*

El objetivo de este cuestionario es la mostrar que la mayoría de los docentes no son conscientes de los valores y las finalidades de las ciencias, aunque estos se suelen explicitar, en mayor o menor grado, en los decretos oficiales de currículos. Esto no quiere decir que no los enseñen, sino que transmitirán aquellos que implícitamente les fueron enseñados en su formación inicial.

En consecuencia, existe una confusión con los términos reduciéndolos a los puramente cognitivos y procedimentales, de forma que, difícilmente se pueden trabajar de manera adecuada los valores y finalidades de las ciencias si se desconocen o si se confunden con otros contenidos lejanos a los que se persiguen. De esta manera:

- La primera pregunta (P2.1), que busca conocer cuáles son las ideas del profesorado acerca de las finalidades y los objetivos de las ciencias.
- La segunda pregunta (P2.2) está relacionada con la búsqueda sobre cuáles son los valores que los profesores y profesoras piensan que

aporta el estudio de las ciencias y, por tanto, serán los que muestren al alumnado.

Aunque el P2 se centra con el aspecto 2.2 de O2-HP1, también está relacionado implícitamente con el aspecto 2.5 de dicho objetivo ya que la falta de formación del profesorado afectará también a las finalidades y objetivos de la ciencia como a los valores de la ciencia que mostrarán en el aula.

### **c) Cuestionario 3 para el profesorado (P3).**

En el tercer cuestionario buscamos investigar sobre cuáles son las ideas de los docentes tienen sobre la ciencia y sobre las razones de la ausencia de las relaciones CSC y de las relaciones CTS en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Las preguntas que lo conforman son las siguientes:

#### **CUESTIONARIO 3 PARA EL PROFESORADO (P3)**

1. ¿Qué es la ciencia?
2. ¿Cuáles crees que son las razones de la ausencia de relaciones CTS y de las CSC en la enseñanza de las ciencias?

*Tabla 3.5. Cuestionario 3 para el profesorado*

Con este cuestionario se busca demostrar que no se conoce de manera clara cuál es la naturaleza de la ciencia, así como de cuáles son las razones alegadas para omitir las relaciones CTS y las CSC en las programaciones de aula.

De acuerdo con nuestro O2-HP1 esperamos que las razones alegadas para esta ausencia se puedan clasificar en un alto porcentaje en las siguientes categorías:

- a) No corresponde al currículum, y falta tiempo para llevar a cabo todo el temario.
- b) No tienen una formación adecuada para implantarlas.
- c) No creen que sea necesaria la formación de los alumnos en estos temas, etc.

El objetivo de este cuestionario es el estudio de los aspectos 2.3, 2.4 y 2.5 del O2-HP1. De esta manera cada uno de los cuestionarios, así como cada una de sus cuestiones, están diseñados para comprobar el O2-HP1, tal y como se muestra en la *Tabla 3.6*.

<b>Aspectos de O2-HP1</b>	<b>Ítems de los cuestionarios para los profesores</b>
<b>2.1. Motivación como parte fundamental del desarrollo diario del aula</b>	P1.1, P1.2, P1.3
<b>2.2. Concepciones de los docentes sobre finalidades, objetivos y valores de las ciencias</b>	P2.1, P2.2
<b>2.3. Qué es ciencia</b>	P3.1
<b>2.4. Ausencia de CTS y CSC</b>	P3.2
<b>2.5. Deficiencia de formación del profesorado</b>	P2.1, P2.2, P3.1, P3.2

*Tabla 3.6. Relación entre los distintos aspectos de la O2-HP1 y los cuestionarios P1, P2 y P3 trabajados por los docentes.*

En este caso, el objetivo de los cuestionarios es demostrar la falta de formación del profesorado, y la coincidencia en las actividades y en los temas que aumentarían el interés en el estudio de la ciencia con los docentes y sus alumnos y alumnas, y que son los que en los libros de texto no vamos a encontrar.

El O2-HP1 quedará comprobado si existe coincidencia en los temas, actividades, causas de desinterés y ausencia en la mayoría de los libros de texto trabajados. De forma, que quedará validada si aparecen, en un porcentaje mayor al 70% únicamente aquellos valores puramente cognoscitivos.

### **3.2.3 Diseño para contrastar la imagen de la ciencia y las actitudes que tiene el alumnado(O3).**

Para poder analizar y valorar la O3-HP1 que trata la imagen que los alumnos de secundaria poseen sobre las ciencias hemos diseñado los siguientes instrumentos:

- Dos cuestionarios para los alumnos que denominaremos A1 y A2. El A1 sobre la visión de la ciencia y deficiencias en el conocimiento de la ciencia; y el A2 sobre la ausencia de elementos motivadores que favorecerían un mejor aprendizaje de la ciencia y de su valoración.
- También se han realizado entrevistas y recogida de datos estadísticos sobre la matriculación a las Pruebas de Acceso a la Universidad (PAU) desde el año 1997, en el que los alumnos aún cursaban COU, hasta el año 2017.
- Para poder analizar la cuestión de género, se analizó también la matriculación de alumnas en función de alumnos en los diferentes grados de la Universidad de Valencia. También se analizaron los datos de las alumnas tituladas en la universidad de valencia, para ver qué es lo que ocurre en los grados de Biología, Física y Química, así como en las ingenierías, las ramas biosanitarias; en comparación con las demás licenciaturas de humanidades.

### a) Cuestionarios A1 y A2.

Se propusieron dos tipos de cuestionarios: el A1 más centrado en el estudio de las actitudes del alumnado, y el A2 de carácter más abierto y centrado en el estudio de las cuestiones relacionadas con la forma de enseñanza.

El A1 constaba de 4 cuestiones, en las que se mezclan tanto preguntas abiertas como cerradas.

#### **CUESTIONARIO ALUMNADO (A1)**

Nombre y apellidos:

Para intentar mejorar la enseñanza de la Física y Química pedimos vuestra colaboración respondiendo las siguientes preguntas:

1) Valora de 0 a 10 (siendo 10 muy interesante, y 0 nada interesante) el interés que, para ti, tienen las siguientes materias de la secundaria:

Inglés	Valenciano	Castellano
Geografía e historia	Matemáticas	Física y Química
Biología y geología	Tecnología	Música
Educación plástica	Educación física	

2) ¿Cuáles pueden ser las causas del desinterés hacia la Física y Química?

3) Indica temas concretos que aumentarían tu interés por la Física y Química.

4) Señala otros factores o actividades que podrían aumentar tu interés hacia la Física y Química.

*Tabla 3.7. Cuestionario 1 para el alumnado*

La primera pregunta (A1.1) es una cuestión cerrada en la que se pide la valoración por parte del alumno o alumna de las asignaturas que cursa en la ESO y está relacionada con el aspecto 3.1 del O3-HP1, que denuncia la valoración negativa de los alumnos hacia el área debido al tipo de enseñanza que están recibiendo. Con esta pregunta veremos si se confirma el hecho de que el

área de Física y Química es una de las áreas peor valoradas de las áreas impartidas en la ESO, parte fundamental de la HP1.

Con la segunda pregunta (A1.2) intentamos demostrar que los alumnos mayoritariamente descartan su estudio hacia las ciencias debido al excesivo formalismo matemático, al temor al fracaso. Esta pregunta también se encuentra relacionada con los aspectos 3.2 y 3.3 de O3-HP1, ya que la forma en la que reciben su formación, sin mostrar repercusiones sociales, ni la resolución de las necesidades sociales, hace que perciban una desconexión con su vida cotidiana. También busca que aparezca alguna mención a la dificultad de la asignatura, que esté relacionada con “genio”, por lo que también se encuentra relacionada con el aspecto 3.4 de O3-HP1.

La tercera pregunta (A1.3), busca que ellos pongan de manifiesto sus intereses, aquellas cosas de las que les gustaría aprender, por lo que está relacionada con los aspectos 3.2, 3.3 y 3.4 de O3-HP1.

En cuanto a la cuarta pregunta (A1.4), se relaciona con los aspectos 3.2, 3.3 y 3.4 del O3-HP1 y con ella se busca que el alumno o alumna dé su opinión acerca de cómo le gustaría aprender.

El cuestionario A2 constaba de 6 preguntas de carácter abierto y su finalidad era indagar en algunos conocimientos del alumnado como indicativo de la imagen que les después del contacto con la ciencia en su periodo escolar. Al ser más abierto, se espera obtener más elementos de valoración, tal como explicaremos en el análisis de resultados.

### **CUESTIONARIO ALUMNADO (A2)**

Nombre y apellidos:

1. ¿Qué valores consideras que te aporta la enseñanza de la Física y Química?
2. ¿Qué relaciones crees que existe entre la Física y Química y los armamentos?
3. ¿Qué relaciones crees que hay entre la Física y Química y los problemas del medio ambiente?
4. Da ejemplos concretos de contribuciones de la Física y Química a la resolución de las necesidades humanas.
5. Cita el nombre de las científicas que conozcas.
6. ¿Por qué razones crees que conoces tan pocas?

*Tabla 3.8 Cuestionario 2 para el alumnado*

Con la primera pregunta de este cuestionario (A2.1) buscamos comprobar el aspecto 3.1 de O3-HP1 que hace referencia al desconocimiento de los alumnos y alumnas sobre las finalidades y los valores de la ciencia, como, por ejemplo, su contribución a la racionalidad y el espíritu crítico, etc.

Las siguientes dos preguntas (A2.2 y A2.3) buscan comprobar el aspecto 3.2 de O3-HP1 que hace referencia a que los estudiantes no reconocen las repercusiones sociales de muchos productos del conocimiento científico y, si lo hacen, conocen más contribuciones negativas de la Física y Química: los armamentos, la contaminación, el papel de los científicos en denunciar los armamentos o la contaminación.

Seguidamente la pregunta A2.4 trata de averiguar su conocimiento sobre las contribuciones de la Física y Química a la resolución de necesidades

humanas: alimentación, energía, medicamentos, transportes, comunicaciones, etc. Por lo que está relacionada con el aspecto 3.3 de O3-HP1.

La quinta pregunta (A2.5) se encuentra relacionada con los aspectos 3.4 y 3.5 de O3-HP1 que hacen referencia tanto a la imagen de la ciencia en manos de unos pocos genios de raza blanca, hombres y aislados de la sociedad, como a la visión de que las mujeres no han intervenido en su construcción.

Ahondando en las visiones deformadas de la ciencia la sexta pregunta de este segundo cuestionario (A2.6) plantea directamente la cuestión de género, de forma que está dirigida a estudiar el aspecto 3.5 de O3-HP1. Es decir, que los y las estudiantes no son conscientes del contexto histórico y social que impidió antes el trabajo de las mujeres en la ciencia, y el que actualmente hace que las científicas y sus contribuciones sean poco visibles.

Con estos cuestionarios queda reflejada esta visión tan deformada de la ciencia lo que lleva a nuestros alumnos y alumnas a un abandono del estudio de la ciencia y, consecuentemente, a aumentar la desalfabetización científica de la sociedad.

Un resumen de los aspectos que trata cada una de las preguntas de los dos cuestionarios (A1 y A2) con respecto a los aspectos de O3-HP1 puede verse en la *Tabla 3.9*.

<b>Aspectos de O3-HP1</b>	<b>Ítems de los cuestionarios para el alumnado</b>
<b>3.1. Valores que les aporta el estudio de la ciencia, imagen negativa</b>	A1.1 A2.1
<b>3.2. Repercusiones sociales de la ciencia</b>	A1.2, A1.3, A1.4 A2.2, A2.3



<b>3.3. Resolución de problemas de la sociedad por la ciencia</b>	A1.2, A1.3, A1.4, A2.4
<b>3.4. La ciencia alejada de ellos, en manos de unos pocos</b>	A1.2, A1.3, A1.4, A2.4, A2.5
<b>3.5. Relaciones ciencia-género</b>	A2.5 y A2.6

*Tabla 3.9. Relación entre los aspectos de O3-HP1 y los cuestionarios para el alumnado A1 y A2.*

Para la valoración de los cuestionarios hemos de hacer una distinción entre las respuestas contestadas de manera abierta a las respuestas de carácter más cerrado:

Para la valoración de la respuesta de carácter cerrado, (pregunta A1.1), que consiste en valorar las asignaturas de 0 a 10 puntos para constatar si la asignatura de Física y Química es una de las peores valoradas por los alumnos de secundaria, o no, se considerará comprobada cuando el área de Física y Química quede valorada de las últimas de los alumnos con una diferencia en más de un 20% con respecto a las demás asignaturas.

En cuanto a la valoración de las preguntas de carácter abierto (el resto) tenemos dos objetivos. Por un lado, buscamos conocer cuáles son las causas a las que ellos y ellas atribuyen su desinterés por el área, y cuáles son las actividades que aumentarían su interés por el estudio del área; y, por otro, buscamos descubrir si la enseñanza de las ciencias es deficiente en aspectos como los valores de la ciencia, la historia de la ciencia, las contribuciones de la ciencia a la mejora de la sociedad, los trabajos prácticos, etc.

## **b) Entrevistas.**

Otro instrumento utilizado para contrastar la imagen que poseen los alumnos y alumnas de las ciencias, ha sido la realización de entrevistas semi-estructuradas (E) a alumnos de 3º y 4º de ESO, y de 1º de bachillerato. En total se han realizado 22 entrevistas cuyo diseño ha sido semiestructurado, de forma que las preguntas realizadas han sido, básicamente, las que se muestran a continuación.

<b>Entrevista semiestructurada para el alumnado (E)</b>	
Nombre y apellidos:	Curso:
1. ¿Qué optativas escogiste en 4º ESO?	
2. Ordena las materias de la ESO según su interés en la vida cotidiana	
3. Ordena las asignaturas según tu interés/facilidad/etc.	
4. ¿Por qué no escogiste Ciencias? ¿Qué factores ayudaron a que no lo hicieras?	
5. ¿Cuál crees que son los motivos del desinterés hacia las ciencias? ¿Y en particular hacia la Física y la Química?	
5. ¿Cómo aumentarías tu interés hacia la ciencia?	
6. ¿Ves la ciencia una cosa de chicas o de chicos?	
7. ¿Conoces el nombre de científicas? ¿Cuáles?	
8. ¿Qué imagen tienes de las ciencias?	
9. ¿Tienes una visión negativa de la ciencia?	
10. De todos los aspectos que hemos hablado (género, imagen y forma de enseñanza) ¿cuál crees que es la que más te ha influido?	
11. ¿El miedo al fracaso ha influido?	

*Tabla 3.10. Entrevista semiestructurada*

También se han realizado otras para completar las ideas que no quedaban suficientemente desarrolladas, para aclarar las respuestas de alguno de ellos, etc.

Las preguntas E1, E2, E3, E4, E5 y E6 buscan conocer cuál es su interés por las asignaturas en su educación, los temas y las actividades que aumentaría su interés. Estas preguntas están relacionadas con los aspectos 3.1, 3.2 y 3.3 de O3-HP1.

Las preguntas E7 y E8 están relacionadas con los aspectos 3.4 y 3.5 de O3-HP1 que trata sobre el género y ciencia y el concepto de científico aislado en su laboratorio.

Las preguntas E9, E10 y E11 están relacionadas con el aspecto 3.1 de O3-HP1, que trataba el tema de la visión de la ciencia en la sociedad.

Las preguntas realizadas en las entrevistas tienen los mismos objetivos que los objetivos de los cuestionarios, de forma que en la Tabla 3.4 se muestran las relaciones de éstas con los aspectos de O3-HP1.

<b>Aspectos de O3-HP1</b>	<b>Ítems de los cuestionarios de las entrevistas para el alumnado (E)</b>
<b>3.1. Valores que les aporta el estudio de la ciencia, imagen negativa</b>	E1, E2, E3, E4, E5, E6, E9, E10 y E11
<b>3.2. Repercusiones sociales de la ciencia</b>	E1, E2, E3, E4, E5 y E6
<b>3.3. Resolución de problemas de la sociedad por la ciencia</b>	E1, E2, E3, E4, E5 y E6

<b>3.4. La ciencia alejada de ellos, en manos de unos pocos.</b>	E7 y E8
<b>3.5 Ciencia y género</b>	E7 y E8

*Tabla 3.11. Relación entre los aspectos de O3-HP1 y las entrevistas realizadas a alumnos y alumnas.*

En cuanto a los criterios utilizados para la valoración de las entrevistas, éstos son similares a los utilizados para la valoración de las cuestiones abiertas de los cuestionarios. Buscamos conocer, de manera menos forzada que con las preguntas cerradas, cuál es su imagen de la ciencia, y cuáles son los motivos de su bajo interés en el estudio de las ciencias. Por ellos:

- Con respecto a las seis primeras preguntas (en que buscamos su valoración de la asignatura de Física y Química), para validar nuestra hipótesis deberemos encontrar que la Física y la Química es una de las asignaturas peor valorada. También buscamos información sobre los temas y las actividades que la DC propone como las más motivadoras y enriquecedoras para los alumnos, de forma que consideraremos confirmada la hipótesis si aparecen los mismos resultados que en el apartado de cuestionarios.
- En cuanto a las preguntas relacionadas con el tema de género y ciencia quedaran validadas si, al igual que ocurría con los cuestionarios, por lo menos un 80% los alumnos y alumnas desconocen el nombre de científicas más allá de Marie Curie.
- En cuanto a las preguntas de su visión de la ciencia buscamos corroborar la imagen que denunciábamos en el capítulo 2.2.1 sobre la visión de la ciencia por la sociedad.



## CAPÍTULO 4: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA PRIMERA HIPÓTESIS

### 4.1. Resultados obtenidos con la red de análisis de sobre la visión que aportan los libros de texto de la ciencia.

El cuestionario diseñado para el análisis de los libros de texto se ha aplicado a una muestra de 32 libros de texto, y para su análisis se han seguido los criterios especificados en el capítulo anterior, y cuyo tratamiento de cada uno de los libros se encuentra en el *Anexo 4.1.*, de forma que los resultados obtenidos para los cinco primeros ítems de la red, son los mostrados por la *Tabla 4.1.*

Ítem de la red de análisis de libros de texto	%
<b>T1. No existe tratamiento cualitativo previo al cuantitativo</b>	75,1
<b>T2. El tratamiento matemático no se corresponde al nivel matemático del alumnado</b>	78,1
<b>T3. No presenta la formulación asociado al tema de átomo y enlace</b>	78,1
<b>T4. Presenta la formulación como un tema</b>	9,4
<b>T5. El tema que trabaja supera el nivel de BUP</b>	75,1

*Tabla 4.1. Resultados del análisis de los ítems T1, T2, T3, T4 y T5 de la red de análisis de libros de texto*

Los resultados obtenidos en el análisis de los libros de texto en los ítems T1, T2, T3, T4 y T5 son:

- Del ítem T1: En un 75,1% de los libros analizados, el tratamiento cualitativo previo necesario para una mejor comprensión de la asignatura está ausente, y los temas trabajados aparecen directamente con un tratamiento cuantitativo, sin hacer ningún tratamiento cualitativo.
- Del ítem T2: Además, este tratamiento cuantitativo no se corresponde con el nivel matemático de los alumnos en un 78,1%.
- Del ítem T3: Se ve que en un 78,1%, el modo de presentación de los contenidos tampoco es el adecuado, y que en un tema como la formulación se incurre en el error de presentarla como un tipo de lenguaje, y no como una forma de comprender las moléculas.
- Del ítem T4: Solo el 9,4% de los textos estudiados trabajan la formulación como un tema para comprender las moléculas y sus propiedades.
- Del ítem T5: Se obtiene que el 75% de los libros de texto analizados, trabajan un nivel superior al requerido en los estudios de BUP con respecto al tema de la formulación, en el que se explicaba la formulación inorgánica en 2º de BUP, la iniciación de la orgánica en 3º de BUP y su dominio en COU.

Así, en este primer tramo del análisis de libros de texto queda comprobado el aspecto 1.1 de O1-HP1, que hacía referencia a que *la enseñanza de la Física y Química se centra en los aspectos cuantitativos, operativos, que exceden al conocimiento matemático de los alumnos e incluso hasta el punto de superar en algunos casos (por ejemplo, la formulación), lo que se hacía en BUP.*

Las cuestiones T6 a T9 se correlacionan con el aspecto 1.2 de O1-HP1, que hacía referencia a la omisión en las aulas de aquellos aspectos que las líneas de investigación en DC demuestran que ayudarían a la motivación y al aumento de interés del alumnado, así como de su mejora con respecto al aprendizaje de la asignatura. Los resultados obtenidos para los ítems T6, T7, T8 y T9 de la red, son los mostrados por la *Tabla 4.2*.

<b>Ítem de la red de análisis de libros de texto</b>	<b>%</b>
<b>T6 Aparecen trabajos prácticos tipo receta al final del capítulo</b>	96,9
<b>T7 No hay descripción de aparatos</b>	87,5
<b>T8 No aparecen CSC</b>	90,6
<b>T9 No aparece la historia de la ciencia</b>	90,6

*Tabla 4.2. Resultados del análisis de los ítems T6, T7, T8, y T9 de la red de análisis de libros de texto.*

Del análisis de los libros trabajados con respecto a estos ítems se obtiene que:

- Ítem 6: En un 96,9% de los libros trabajados, los trabajos prácticos se presentan en forma de receta al final del capítulo. De esta manera, se perciben como trabajos no relacionados con los conceptos y contenidos trabajados en el tema, y que en muchas ocasiones ni siquiera se llegan a trabajar.
- Ítem 7: En un 87,5%, en la presentación de estos temas no se incluye la descripción de aparatos relacionados con el tema introducido, y si



lo hace no lo hace integrado en el texto, confiriéndole igual importancia que el tema introducido, sino que aparece en un cuadro, en un anexo o a pie de página, etc.

- Ítem 8: En un 90,6% de los libros de texto analizados, no aparecen CSC, y cuando lo hacen, o bien tratan algún aspecto que puede proporcionar una visión negativa de la ciencia, o la forma de presentarlas no apoya a su conexión con el tema, es decir, en un cuadro en un lateral, en un epígrafe al final del tema.
- Ítem 9: En un 90,6 % de los libros no hemos encontrado el tratamiento de la historia de la ciencia integrada en la descripción del concepto que está trabajando.

El estudio de estas cuestiones comprueba el aspecto 1.2 de O1-HP1, donde se mencionaba que no se tienen en cuenta algunos aspectos de las ciencias que, según la investigación en didáctica de las ciencias, podrían contribuir a una imagen más positiva, como prácticas de laboratorio, historia de la ciencia, etc

Las preguntas de T10 a T14 están relacionadas con los aspectos 1.3 y 1.4 del O1-HP1, sobre la presentación de los valores, finalidades, las contribuciones de la ciencia a la sociedad, etc. Los resultados obtenidos se muestran en la *Tabla 4.3*.

<b>Ítem de la red de análisis de libros de texto</b>	<b>%</b>
<b>T10. No aparece las finalidades de las ciencias</b>	95,5
<b>T11. No aparecen los valores de las ciencias</b>	95,5
<b>T12.No aparece la contribución de la ciencia a necesidades humanas</b>	81,8
<b>T13. No presenta la participación de científicos y técnicos en temas de armamento</b>	95,5
<b>T14. No Presenta investigaciones científicas sobre contaminación, agotamiento de recursos</b>	81,8

*Tabla 4.3. Resultados del análisis de los ítems T10, T11, T12, T13 y T14 de la red de análisis de libros de texto.*

Las conclusiones de estos ítems son los siguientes:

- Ítem 10 e Ítem 11: El 95,5 % de los libros trabajados no presentan ninguna finalidad ni valor asociado a la asignatura, lo que facilita la desconexión del alumno o alumna con la asignatura, aspectos altamente contrastados por la DC que ayudaría a aumentar la motivación y el interés del alumnado.
- Ítem 12: El 81,8 % de los libros no presenta ninguna contribución de la ciencia a la resolución de necesidades de la sociedad, y en las pocas ocasiones que lo hace, no está integrada dentro del concepto trabajado.
- Ítem 13: En cuanto al papel de los científicos en la carrera armamentística, no se trabajan ni los aspectos pacifistas, ni la oposición de muchos de ellos y ellas a la utilización de los conocimientos científicos

para el desarrollo de armas y, sin embargo, sí aparecen problemas del estilo de lanzamientos de bombas, proyectiles, de las bombas atómicas, o del desastre de Chernobil. Apareciendo así en un 95,5% de los libros de texto aspectos, únicamente relacionados con la aplicación o desarrollo de las armas, no con su utilización.

- Ítem 14: De igual manera que ocurría con el anterior, cuando en los libros de texto se trabajan temas relacionados con la ecología, únicamente se presentan aquellos aspectos negativos, no el desarrollo científico para evitar los problemas de lluvia ácida, de efecto invernadero, etc.; únicamente se presentan sus efectos nocivos en un 81,8%.

Según el criterio de valoración que hemos especificado quedan comprobados los aspectos 1.3 y 1.4 del O1-HP1, relacionadas con la ausencia del tratamiento en el aula de valores, finalidades y contribuciones de la ciencia a la sociedad, temas que están demostrados que aumentarían el interés de los alumnos y alumnas hacia la asignatura de Física y Química.

Por último, en la *Tabla 4.4* se presenta el resultado con respecto al ítem T15 que está relacionado con la cuestión de género, es decir con el aspecto 1.4 del O1-HP1 y que, como habíamos dicho anteriormente, quedaría confirmado si en más de un 70% de los casos no aparecen las contribuciones de las científicas a la ciencia y a su construcción.

Ítem de la red de análisis de libros de texto	%
<b>T.15. Aparece la contribución de las Científicas en la construcción de la ciencia</b>	96,9

*Tabla 4.4. Resultados del análisis del ítem T15 de la red de análisis de libros de texto.*

Los resultados obtenidos después de la búsqueda de la cuestión de género de la ciencia hemos obtenido unos resultados abrumadores: el 96,9 % de los libros de texto no presenten ninguna contribución a la ciencia de las científicas. Sólo en algunos casos aparecen algunas de ellas como Marie Curie, Dorothy Crowfoot o Lise Meitner, pero nunca como parte integrada en el texto de los conceptos introducidos, sino como un anexo, una fotografía o un pie de página en el que únicamente se trabajan sus biografías.

De forma que, con estos resultados, y atendiendo al criterio establecido, queda totalmente confirmado el aspecto 1.4 del O1-HP1, que hacía referencia al desconocimiento de las contribuciones de las científicas a la construcción de la ciencia.

Por tanto, respecto al O1-HP1 podemos afirmar que: *“Los libros de texto no tienen en cuenta los avances de las líneas de investigación en didáctica y reflejan una enseñanza propedéutica en la que se transmite una visión negativa de las ciencias”*.

## **4.2. Análisis de los resultados obtenidos con los cuestionarios destinados al profesorado (P1, P2 y P3).**

### **4.2.1. Resultados obtenidos del primer cuestionario (P1).**

En el apartado anterior se ha analizado la herramienta más habitual en el día a día del aula, los libros de texto, pero más importante que el libro es el uso que hace el o la docente de él, así como de las herramientas de las que dispone, por lo que en este apartado nos centramos en análisis su visión sobre los aspectos trabajados en el O2-HP1.

La primera pregunta del cuestionario pedía a los profesores en activo y formación que señalaran aspectos que les interesaron cuando eran estudiante de ciencias, es decir, qué es lo que a ellos les hubiera gustado trabajar en el aula.

En la segunda pregunta se pedía qué temáticas creen que podría interesar trabajar con los alumnos. Encontramos que no existen diferencias significativas entre las actividades y/o temas que les hubiera gustado tratar y las que ellos creen que podrían interesar a los alumnos. Por esto, se han unificado la presentación de resultados de la pregunta 1 y 2 en una única tabla de datos que mostramos en la *Tabla 4.5*.

<b>Temas o actividades para trabajar en el aula</b>	<b>%</b>
<b>Prácticas de laboratorio</b>	91,1
<b>Historia de la ciencia</b>	66,7
<b>Biografía de científicos</b>	23,2
<b>Medio ambiente</b>	23,2
<b>Visita a museos</b>	12,0
<b>CSC (Cuestiones sociocientíficas)</b>	3,2

*Tabla 4.5. Resultados obtenidos con respecto a la primera y segunda pregunta del cuestionario P1.*

Analizando los resultados obtenidos encontramos que:

- A los docentes ya les hubiera gustado trabajar prácticas de laboratorio cuando eran estudiantes igual que ocurre en la actualidad a sus alumnos y alumnas. Se trata del porcentaje más alto (91,1%).

- Seguido del trabajo práctico, otro de los temas que más gustaría trabajar en el aula corresponde a la historia de la ciencia con un porcentaje de 66,7%, tema que se puede unificar con el trabajo de las biografías de los científicos y científicas más relevantes que representa el 23,2%.
- Con un porcentaje similar al de las biografías (el 23,2%) se hace referencia a trabajar en el aula temas relacionados con el medio ambiente, pero únicamente nombran trabajar aquellos que hacen referencia a la contaminación que, como ya sabemos, está íntimamente relacionado con la visión negativa de la ciencia asociado a las repercusiones negativas.
- Por último, cabe destacar la baja presencia de las visitas a museos (12,0%) y la presencia de CSC (3,2%), lo cual nos da muchas pistas sobre la visión de los docentes participantes frente a ambas cuestiones.

Estos resultados confirman el aspecto 1.2 del O1-HP1 que hacía referencia a la ausencia de aspectos demostrados por la DC que ayudarían en el interés de los alumnos y en su proceso de educación., que vimos en el apartado anterior.

En la pregunta número 3 del cuestionario P1, se les preguntaba cuáles eran en su opinión las causas del desinterés hacia el estudio de Física y Química. Los resultados obtenidos se muestran en la *Tabla 4.6*.

<b>Causas del desinterés</b>	<b>(%)</b>
<b>Mayor dificultad</b>	75,0
<b>Sin perspectivas de futuro</b>	45,8

<b>No se trabajan en el aula aspectos CSC</b>	37,5
<b>Aparato matemático</b>	31,3
<b>Profesorado (mala formación y sin motivación)</b>	18,8
<b>Elitismo</b>	10,4
<b>Compañeros</b>	4,2

*Tabla 4.6 Resultados obtenidos de la pregunta 3 del cuestionario P1.*

De su análisis podemos decir que:

- La razón más veces repetida en el análisis de los cuestionarios con un 75,0% se refiere a que la dificultad del área es mayor que las de las otras áreas de la enseñanza secundaria obligatoria. Lo que podemos relacionar con la creencia de que la ciencia está reservada únicamente a unos pocos, relacionada con el aspecto 3.4 del O3-HP. Sin ser conscientes de ello el profesorado transmite al alumnado la dificultad del área.
- Otra de las razones más nombradas (el 45,8%) corresponde a que los docentes tienen la idea de que el alumnado tiene la visión de que es un área con poca salida profesional. Esta respuesta, se encuentra relacionada con la idea de una enseñanza propedéutica y que la ciencia no forma parte de la cultura necesaria para cualquier ciudadano. Esta respuesta al ítem se puede relacionar con los aspectos 2.2, 2.3 y 2.4 del O2-HP1.
- Curiosamente en un 37,5 % de los encuestados creen que esta situación cambiaría si en las aulas se trabajaran las CSC. Este aspecto se

encuentra totalmente demostrado por los estudios de DC, lo que se puede relacionar con el aspecto 1.2 del O1-HP1 y los aspectos 2.4 y 2.5 del O2-HP1.

- El excesivo formalismo matemático que asusta a los alumnos es alegado por un 31,3 % de los docentes, lo que se puede relacionar con el aspecto 1.1 del O1-HP1, que se refería a que se presenta a asignatura con un excesivo formalismo matemático, sólo con fines propedéuticos.
- En un 18,8% se hace referencia al propio profesorado encargado de impartir la asignatura y alegan que tienen una mala formación y una deficiente forma de presentar la asignatura al alumnado, además de su falta de motivación. Esta respuesta viene a confirmar el aspecto 2.5 del O2-HP1 que hablaba de una falta de formación del profesorado, tanto en su vida universitaria como en su formación permanente como docente.
- Un 10,4% de los encuestados cree que las ciencias sólo deben ser estudiadas por un tipo de alumnos o alumnas, es decir, existe un elitismo en el estudio de las ciencias, lo que está de acuerdo con el aspecto 3.4 del O3-HP1.
- Por último, el motivo con menos presencia (un 4,2%) dice que la elección de los alumnos viene determinada por la opinión desfavorable de sus compañeros o compañeras de curso. Esta causa se puede relacionar con la visión negativa que, año tras año, se muestra al alumnado.



Las conclusiones extraídas de este primer cuestionario P1, sobre las opiniones de los docentes sobre la causa (o las causas) de la desmotivación o desinterés por los alumnos y alumnas en el estudio de las ciencias se pueden resumir en cuatro grandes bloques, apoyadas por su mayor porcentaje de respuesta.

La primera de las causas, por orden de importancia otorgada, es la mayor dificultad. Las tres cuartas partes del profesorado cree que la asignatura es una de las más complicadas, por lo tanto, esta visión del profesorado muy probablemente será, consciente o inconscientemente, transmitida al alumnado, con lo que, aumentaremos su miedo a fracasar en la asignatura y en una actitud un poco reticente en su estudio. Estos resultados conectan con el O1-HP1 “metodología de enseñanza”, y que además se encuentra relacionada con la visión que estamos proporcionando de manera consciente o inconsciente, al alumnado y, por lo tanto, también se puede encontrar relacionada con el O3-HP1 que trata del alumnado

En segundo lugar, también es importante ver que casi un 46% de las repuestas, es decir, casi la mitad de los profesores, transmitirán a sus alumnos y alumnas una visión de que la ciencia no tiene futuro, y, si la ciencia no tiene futuro, ¿qué interés van a tener los alumnos y alumnas en su estudio? De este modo, se afianza una visión negativa de la Física y la Química, lo que volverá a afectar al aspecto 3.4 del O3-HP1.

La tercera causa alegada hace referencia a que, en casi un 38%, se cree que, si se trabajaran contenidos CSC, el interés de los alumnos y alumnas aumentaría, así como lo habría hecho el suyo propio en su etapa de estudiante.

Lo que vienen a corroborar el aspecto 2.4 del O2-HP1, de ausencia de CSC en el aula.

Resulta curioso que se nombren las CSC como factores que fomentarían el interés en la asignatura, cuando están ausentes en las aulas y en los libros de texto. Esto nos hace preguntarnos sobre las razones de que, si son factores que aumentarían el interés en el alumnado y que a ellos mismos les hubiera gustado trabajar en su etapa de escolarización, no se trabajen en el aula, lo que se relaciona con los aspectos 1.2, 1.3 y 1.4 del O1-HP1, que respectivamente, hacen referencia a *la omisión de aportaciones de la didáctica de las ciencias* en el proceso de aprendizaje, a que *no se trabajan las finalidades y los valores* que aporta el aprendizaje de las ciencias y, por último a que *no se trabajan las contribuciones de la ciencia a solucionar los problemas de la sociedad*.

La cuarta causa alegada es el excesivo formalismo matemático que cree que va a aumentar el miedo y rechazo de los alumnos hacia la asignatura. Si esto fomenta el desinterés, ¿por qué casi toda la programación y el trabajo de los docentes se basan en el formalismo matemático, dedicando la mayor parte de su tiempo en éste? Estos resultados nos muestran del aspecto 1.1 del O1- que *la enseñanza de se centra en los aspectos cuantitativos y operativos*.

Todas estas respuestas vienen a validar la hipótesis 2, relacionada con el trabajo del profesorado, y se muestra cómo la acción principal en el aula está en manos del profesorado.

#### 4.2.2. Resultados obtenidos del segundo cuestionario (P2).

A la pregunta número 1 del cuestionario 2 (P2) sobre cuáles son, en opinión del profesorado las finalidades de la ciencia, los resultados obtenidos son los que aparecen en la *Tabla 4.7*.

<b>Respuestas a la pregunta 1 del P2: Finalidades de la ciencia</b>	<b>%</b>
<b>Explicar relación entre fenómenos naturales y la ciencia</b>	60,8
<b>Formar para las futuras carreras de ciencias</b>	33,3
<b>Razonamiento</b>	27,0
<b>Aprender las leyes de la ciencia</b>	23,0
<b>Aplicar conocimientos</b>	20,3
<b>Analfabetismo científico</b>	16,0
<b>Método científico</b>	10,8
<b>Espíritu crítico</b>	10,8
<b>Otros</b>	9,4
<b>Ver la visión de la ciencia a lo largo de la historia</b>	1,4

*Tabla 4.7. Resultados obtenidos de la pregunta 1 del cuestionario P2.*

Los dos resultados más importantes que podemos extraer de este análisis y que van a comprobar alguno de los aspectos del O2-HP1 son:

- El porcentaje de profesores que creen que es importante el estudio de la ciencia como una parte fundamental de la formación de una persona es sensiblemente menor, a aquellos que creen que la ciencia se debe presentar únicamente a aquellos ciudadanos cuyo futuro profesional vaya a estar centrado en la ciencia. Es decir, existe un mayor número de profesores que cree que la ciencia debe tener como finalidad la preparación de futuros científicos. Por lo tanto, ¿cómo vamos a conseguir una alfabetización científica de la sociedad, si los encargados de presentar la ciencia creen que sólo deben aprender y comprenderla aquellos que vayan a estar relacionados con ella?
- Únicamente un 1,4% de los encuestados cree que una de las finalidades de la ciencia es presentar al alumnado una visión histórica de la ciencia. Esto es contradictorio con los resultados del primer cuestionario en el que el profesorado admitía que haber trabajado aspectos CSC en su periodo de escolarización, así como hacerlo con su alumnado, fomentaría su interés por el estudio de las ciencias.
- Como información adicional, cabe destacar que en el ítem *otros* se engloban respuestas como: “contestar a la pregunta ¿qué es la ciencia?”, “fomentar la curiosidad y la capacidad de síntesis” ...

Con estos resultados el aspecto 1.2 del O1-HP1 quedan demostrados, ya que se encuentran reflejados todos aquellos comentados, acerca del desconocimiento de los trabajos de la DC, también el 2.2 del O2-HP2 ya que refleja un concepto erróneo de qué es la ciencia, así como de sus objetivos, finalidades y valores que aporta el estudio de la asignatura.

En cuanto a la pregunta número 2 del cuestionario P2, sobre cuáles son los valores de la ciencia, los resultados obtenidos son los mostrados en la *Tabla 4.8*.

<b>Respuestas a la pregunta 2 del P2: Valores de la ciencia</b>	<b>%</b>
<b>Objetividad</b>	26,9
<b>Curiosidad</b>	26,9
<b>Responsabilidad</b>	26,9
<b>Respeto al Medio ambiente</b>	26,9
<b>Método</b>	23,0
<b>Constancia</b>	11,5
<b>Organización</b>	7,7
<b>Razonar</b>	15,4
<b>Exactitud</b>	3,8
<b>Rigor</b>	3,8
<b>Orden</b>	3,8
<b>Tolerancia</b>	3,8
<b>Educación para la paz</b>	3,8
<b>Igualdad de sexos</b>	3,8
<b>Justicia</b>	3,8

*Tabla 4.8. Resultados obtenidos de la pregunta 2 del cuestionario P2.*

Es importante recordar que la suma de los porcentajes en este tipo de estudios es superior a 100 % ya que, al ser preguntas de carácter abierto, los encuestados, en muchas ocasiones, contestan a más de una de las opciones que aparecen.

De estos resultados podemos obtener dos conclusiones:

- La primera es que no se tiene muy claro cuáles son los valores de la ciencia, ya que ninguno de ellos es nombrado por un alto porcentaje (los porcentajes siempre son menores al 27%). Es decir, tanto el profesorado en activo como el profesorado en formación no conocen cuáles son los valores de la ciencia igual de bien que los contenidos, ya que si, por ejemplo, preguntásemos cuáles son las fórmulas más utilizadas, estos porcentajes seguramente no bajarían del 90%. Por lo tanto, queda demostrado las concepciones erróneas acerca de qué es la ciencia, cuáles son sus objetivos y valores postulados en los aspectos 2.2 y 2.3 del O2-HP1.
- La segunda es que los valores más nombrados por los docentes hacen referencia a la capacidad de razonamiento, la constancia, la responsabilidad, adquisición de método, curiosidad y objetividad, valores tradicionalmente atribuidos a la ciencia, junto con exactitud, precisión, es decir, valores puramente epistémicos. En cambio, los valores de justicia, tolerancia, educación para la paz, para el cuidado del medioambiente, etc. tienen porcentajes sensiblemente inferiores a los anteriores con una diferencia de más o menos el 20 %. Por lo tanto, la mayoría de los profesores y profesoras que proponían una enseñanza en el que se trabajaran el tema de actitudes en el aula, que

se trabajaran temas de las contribuciones de la ciencia, de historia de la ciencia etc., a la hora de nombrar valores asociados a estos temas, y que obviamente forman parte de la ciencia y deberían estar presentes en la educación, no se acuerdan de nombrarlos, por lo tanto, no los van a trabajar.

Con estos resultados podemos afirmar que los aspectos 1.2, 1.3 y 1.4 del O1-HP1 y los 2.1 y 2.2 del OP2-HP1 quedan confirmados.

#### 4.2.3. Resultados obtenidos del tercer cuestionario (P3)

Ante la primera pregunta realizada en este cuestionario a los docentes en activo sobre “¿Qué es la ciencia?”. Los resultados obtenidos fueron los mostrados en la *Tabla 4.9*.

<b>Respuestas a la pregunta 1 del P3: ¿Qué es la ciencia?</b>	<b>%</b>
<b>Estudio de la naturaleza</b>	78,7
<b>Método científico</b>	19,1
<b>Búsqueda de leyes</b>	19,1
<b>Nombran Física, Química, Biología, Matemáticas, etc.</b>	12,8
<b>Predicción de conocimientos</b>	12,5
<b>Otros</b>	2,1

*Tabla 4.9 Resultados obtenidos de la pregunta 1 del cuestionario P3.*

Podemos decir que:

- El 78,7 % consideran a la ciencia el campo del conocimiento encargado del estudio de la naturaleza. Los encuestados que respondieron a esta pregunta no contestaban nada más. Las siguientes repuestas tienen un porcentaje menor a este y todas corresponden a aspectos cognitivos o metodológicos.
- Esta pregunta ha obtenido pocos resultados diferentes, si se la compara con las de valores y finalidades, en las que obteníamos casi 10 o 12 respuestas distintas. En este caso hay sólo seis contestaciones diversas y casi todas relacionadas con el mismo tema: la ciencia identificada con los conocimientos o los métodos, olvidando sus autores, los lugares donde se hace, sus relaciones con la tecnología o la sociedad, etc., es decir, la ciencia es conocimiento de la naturaleza sólo.

Estos resultados confirman el aspecto 2.3 del O2-HP1, relacionado con el concepto de ciencia por parte de los docentes y con el aspecto 2.5 del O2-HP1, relacionada con la deficiencia en la formación de los profesores.

Cuando preguntamos sobre las actividades y los temas que creen que a sus alumnos y alumnas les fomentaría el estudio por la asignatura, un alto porcentaje de ellos nombraba el tratamiento en el aula de aspectos CSC, por lo que les planteamos la pregunta de por qué creen que no se trabajan estos aspectos en el aula. Los resultados se presentan en la *Tabla 4.10*.



<b>Respuestas a la pregunta 2 del P3: Causas para la ausencia de las relaciones CTS y CSC</b>	<b>%</b>
<b>Tradicición</b>	52,2
<b>Falta de tiempo en el currículo</b>	43,5
<b>No existe conexión con la sociedad</b>	34,8
<b>Desconocimiento del profesorado</b>	30,4
<b>Ausencia de medios</b>	21,7
<b>Mayor comodidad si no se introduce</b>	21,7
<b>Elitismo</b>	8,7
<b>Visión conservadora</b>	4,3
<b>Dogmatismo</b>	4,3

*Tabla 4.10. Resultados obtenidos de la pregunta 2 del cuestionario P3.*

Los motivos alegados se pueden resumir en tres grandes bloques. El primero de los bloques asociados al docente, el segundo al sistema educativo y el tercero de ellos a la visión negativa de la sociedad y la ciencia. Estos tres grandes bloques encontrados corroboran nuestra hipótesis.

Por un lado, en el caso del profesorado, en un porcentaje de 30,4 % se alega que éste desconoce estos temas ya que no forman parte de su formación, por lo que queda comprobado el aspecto 2.5 del O2-HP1. Por otro lado, el 52,2 % se hace referencia a la tradición educativa en la forma de enseñanza de la ciencia, lo que se encuentra relacionada con el aspecto 1.1 del O1-HP1 de nuestro trabajo. En efecto, por tradición estos temas no se trabajan. Esto

también lo enunciábamos en nuestra hipótesis cuando decíamos que existía una parte del profesorado reticente a la introducción de estos temas en el aula, exactamente es el aspecto 2.4 del O2-HP1. Además de la reticencia, otra de las causas enunciadas es la mayor comodidad por parte del profesorado (21,7%) ya que, al no estar presente en su formación, la introducción de estos temas les resulta más complicada que realizar una enseñanza tradicional. Con ello quedan comprobados los aspectos 2.4 y 2.5 del O2-HP1.

Otro de los bloques, al igual que proponíamos en nuestra hipótesis, corresponde al sistema educativo y muchos de ellos hacen referencia al excesivo contenido del currículo de Física y Química y al poco tiempo que se le asigna para dar las clases, así como la falta de recursos económicos.

Y, por último, la visión negativa de la sociedad sobre la ciencia que es que no existe conexión entre la ciencia y la sociedad, alegado por un 34,8% de los docentes. ¿Cómo no van a pensar nuestros alumnos que existe una desconexión entre la ciencia y la sociedad si casi un 35% de sus profesores y profesoras encargados de su educación científica lo piensan? Es otro de los factores que hace que la hipótesis sobre la existencia de una *visión negativa de la ciencia por parte de la sociedad* quede demostrada

#### **4.3. Presentación y análisis de los resultados obtenidos de los datos de matriculación (O4).**

Veremos y analizaremos a continuación los datos de matrícula en las Pruebas de acceso a la universidad por asignatura y los datos de matrícula en

estudios universitarios por género.

#### **4.3.1. Análisis de los resultados de alumnado matriculado en las materias científicas en las pruebas de acceso a la universidad.**

Para poder analizar la pérdida de alumnos en el estudio de ciencias en los institutos de la Comunidad Valenciana, se realizó un análisis del alumnado matriculado en ciencias para realizar las Pruebas de Acceso a la Universidad. De esta manera podremos hacer un análisis cuantitativo de si el alumnado ha disminuido efectivamente en número quedando de esta manera validada la pérdida de alumnado.

En el *Gráfico 4.1* se representa la matrícula del alumnado desde 1996 hasta 2018 de las asignaturas de ciencias, cuya elección ha sido optativa, independientemente de la reforma, es decir, Biología, Física y Química. Las de Geología no se presentan, porque al transformarse con la LOGSE en Ciencias de la Tierra y el medio ambiente, dificulta la comparación. En la *Tabla 4.11* aparecen los datos desglosados en porcentaje, para poder ser analizados con más detalle.

Si atendemos a la representación de los datos en el *Gráfico 4.1* podemos ver una disminución clara desde 1996 hasta el 2018, en todas las asignaturas, aunque de manera especial en la asignatura de Física. Esta disminución no se ha modificado a pesar de las distintas reformas educativas, (LOE, LOMCE, etc.).

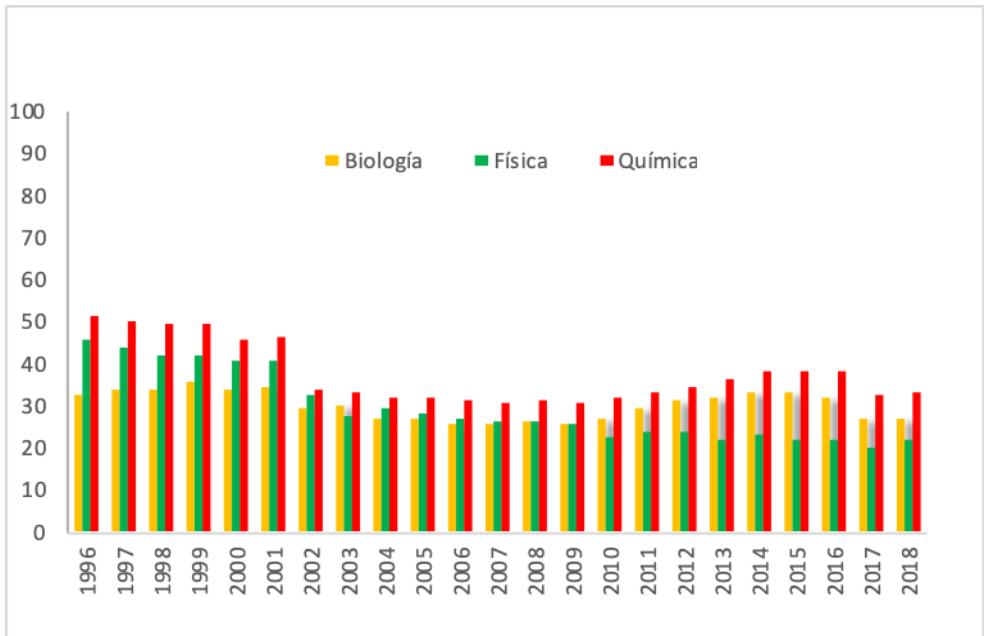


Gráfico 4.1 Diagrama de barras del porcentaje de alumnado matriculados en las diferentes asignaturas de ciencias

Dentro de la HP1 también se postulaba una pérdida mayor en las asignaturas de Física con respecto a la Química y la Biología, por lo que en la *Tabla 4.11* se desglosan los datos en función las asignaturas cursadas desde el año 1996 hasta el 2018.

	Física (%)	Química (%)	Biología (%)
<b>1996 -COU (N=7124)</b>	44	51	33
<b>1997 (N= 7365)</b>	47	51	35
<b>1998 (N=7013)</b>	42	50	34
<b>1999 (N= 6786)</b>	42	50	36
<b>2000 (N= 6165)</b>	46	53	38
<b>2001</b>	41	46	34

<b>(N=5670)</b>			
<b>2002</b> <b>(N= 5996)</b>	33	34	29
<b>2003-LOGSE</b> <b>(N=5737)</b>	27	34	30
<b>2004</b> <b>(N=18591)</b>	31	34	28
<b>2005</b> <b>(N=18490)</b>	29	34	28
<b>2006</b> <b>(N= 18295)</b>	27	31	26
<b>2007</b> <b>(N=18445)</b>	27	30	26
<b>2008</b> <b>(N= 18640)</b>	26	31	26
<b>2009</b> <b>(N= 19053)</b>	26	31	26
<b>2010</b> <b>(N= 19623)</b>	23	32	27
<b>2011</b> <b>(N= 20097)</b>	24	33	30
<b>2012</b> <b>(N= 20229)</b>	24	35	31
<b>2013-LOMCE</b> <b>(N=20140)</b>	22	37	32
<b>2014</b> <b>(N=20312 )</b>	23	38	33
<b>2015</b> <b>(N=20298)</b>	22	38	33
<b>2016</b> <b>(N= 21018)</b>	22	38	32
<b>2017</b> <b>(N= 23819)</b>	20	32	27
<b>2018</b> <b>(N=24577)</b>	22	33	27

*Tabla 4.11. Porcentaje de alumnos y alumnas matriculados en las asignaturas de Física, Química y Biología en las Pruebas de Acceso a la Universidad.*

De estos resultados por asignatura se puede concluir lo siguiente:

- La pérdida de alumnado es más importante en el caso de la asignatura de *Física* ya que se produce el mayor descenso de matrícula, de manera que si analizamos la diferencia entre el valor más alto de porcentaje de alumnado matriculado (47% en el año 1997) y el más bajo (20% en el año 2017) se obtiene un resultado del 27%. Es decir, se han perdido el 27% de los alumnos en los últimos 20 años, lo que supone pasar de una situación en la que casi la mitad del alumnado tenía conocimientos básicos de física, a otra en la que lo tiene sólo el 27% del alumnado. Cabe destacar también que ninguna de las reformas educativas ha conseguido modificar esta pérdida de alumnos.
- En el caso de la asignatura de *Química*, aunque la pérdida es inferior, se sitúa dentro del mismo rango, así el porcentaje de alumnos también ha ido disminuyendo, siendo ésta del 23%. Del mismo modo que antes, de casi la mitad del alumnado de bachillerato (53% en el año 2000) con conocimientos básicos en química pasamos a valores alrededor de un 30 % en los últimos años.
- En el caso de la *Biología* la pérdida es significativamente menor, ya que en este caso sólo hay una variación del 16 % del alumnado.

De manera que, el aspecto de la HP1, el carácter multicausal del desinterés del alumnado hacia el estudio de las ciencias se confirma con esta disminución de alumnado que estudia ciencias y que queda reflejada en la disminución del porcentaje de alumnos y alumnas que se han matriculado en ciencias.

### 4.3.2. Análisis de datos de matrícula en la universidad por género

Para comprobar la desconexión de las alumnas con el estudio de las ciencias se realizó un estudio de la matrícula de la Universidad de Valencia en cuanto a género.

En la *Tabla 4.12* se muestran los datos de la matrícula de la Universidad de Valencia donde aparece el **porcentaje de alumnas matriculadas en total** en la Universidad y donde se ve claramente que el número de alumnas matriculadas en la Universidad de Valencia es superior que el de alumnos. No se dispone de datos anteriores porque sólo a partir de esta fecha aparecen desglosadas por género.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
N	6928	7723	7062	8074	8137	7735	7188	6898	8418
(%)	65	65	62	60	62	63	64	62	63

*Tabla 4.12* *Porcentaje de alumnas matriculadas en la Universitat de València en el período 2010-2018*

Ahora vamos a analizar qué ocurre en cuanto a la matriculación en los grados de Biología, de Física y de Química. Se debe señalar que se ha optado por hacer estos tres grados, debido al número tan elevado de grados que las alumnas pueden estudiar en la actualidad relacionados con la Física y la Química.

En la *Tabla 4.13* se muestran los porcentajes de la matrícula **nuevo ingreso** de mujeres de la Universidad de Valencia, en los tres grados mencionados anteriormente desde el año 2000 hasta el 2018.

	2010	2011	2012	2013	2016	2017	2018
<b>Biología (%)</b>	53	60	58	58	68	64	63
<b>Química (%)</b>	46	61	55	45	47	47	51
<b>Física (%)</b>	13	36	18	27	24	18	31

*Tabla 4.13 Porcentaje de alumnas matriculadas en los grados de Biología, Química y Física en la Universitat de València en el período 2010-2018.*

Comparando los datos de las *Tablas 4.12 y 4.13*, vemos que el aumento de porcentaje de matriculación de mujeres en la Universidad de Valencia, no se corresponde con los datos de matriculación en los tres grados estudiados. Así, en los años estudiados, la matrícula de la universidad era de un 60% de mujeres, pero la matrícula en el Grado de Física dista mucho de ese porcentaje. Respecto al Grado de Química ocurre lo mismo a excepción del año 2011 (y muy cercano el 2012). En cambio, en el Grado de Biología sí que se puede considerar que ambos porcentajes van a la par.

Para continuar con el estudio de la desconexión de género, en la *Tabla 4.14* se muestran los datos de las **alumnas tituladas**. Se ha decidido agrupar la información en distintos bloques: Grados del de grupo 1 aquellos grados cuya formación básicamente está relacionada con la biología (Grado en Biología, Grado en Biomedicina, Grado en Biotecnología y Grado en ciencias de los alimentos); Grados relacionados con ciencias de la salud; Grado en Física; Grado en Química; y por último las diferentes ingenierías técnicas que oferta la Universidad de Valencia desde los años 2010 hasta 2018,

Al igual que ocurría con la *Tabla 4.13*, el porcentaje de tituladas se acerca al porcentaje de alumnas matriculadas en el caso de los grados de Biología, y de Ciencias de la Salud. En la posición opuesta nos encontramos con los grados de las Ingenierías Técnica y el Grado en Física que se alejan bastante del 60% de la matrícula en cuanto a género. En el caso de Química sí existe variación, pero no tan marcada como lo es en los grados de Física y de las Ingenierías Técnicas.



	<b>Grupo 1</b>	<b>Ciencias de la salud</b>	<b>Física</b>	<b>Química</b>	<b>Técnicas</b>
<b>2018</b>	60	72	23	53	18
<b>2017</b>	58	70	23	52	22
<b>2016</b>	59	72	30	49	28
<b>2015</b>	57	74	40	56	23
<b>2014</b>	60	74	27	56	20
<b>2013</b>	60	72	24	54	18
<b>2012</b>	66	74	33	56	19
<b>2011</b>	63	74	33	53	15
<b>2010</b>	62	74	46	60	24

*Tabla 4.14. Porcentaje de alumnas tituladas por la Universidad de Valencia en el período 2010-2018.*

Así, con los datos obtenidos en los grados mencionados y el estudio del alumnado titulado se podrá comprobar en el O4-HP1 que el género juega un papel importante en la elección de ciencias quedando reflejada una clara diferencia entre los alumnos matriculados y las alumnas matriculadas.

#### **4.4. Presentación de los resultados obtenidos con los cuestionarios de los alumnos.**

Para poder conocer cuál es la imagen del alumnado de la ciencia se han pasado dos cuestionarios (A1 y A2) a alumnos de Educación Secundaria Obligatoria a una muestra de 46 alumnos de 3º de ESO y 45 alumnos de 4º de ESO, a estos 91 alumnos de 3º y 4º a partir de ahora se nombrará grupo control.

Para poder hacer el análisis hemos considerado dividirlo en tres estudios:

En un primer estudio vamos a realizar el análisis de los resultados de los cuestionarios en aquellos alumnos que cursan el área de Física y Química como parte de su formación académica de manera obligatoria. En un segundo, vamos a realizar el estudio de los dos cuestionarios para los alumnos de 4º de ESO, de forma que lo que buscamos es conseguir la visión de la ciencia de aquellos alumnos que han elegido el estudio de las ciencias en su formación académica. En tercer lugar, vamos a realizar el estudio de los resultados en conjunto, para ver si existen diferencias significativas.

Para realizar el estudio de los resultados de los cuestionarios analizaremos una a una cada una de las cuestiones.

#### 4.4.1. Análisis de los resultados del cuestionario A1.

La primera de las cuestiones del cuestionario A1 es una respuesta de carácter cerrado donde los alumnos y alumnas deben valorar de 0 a 10 su interés por las asignaturas cursadas en la ESO. Los resultados de los porcentajes de las puntuaciones que dieron los alumnos y alumnas de 3º de ESO se muestran en la *Tabla 4.15*.

ASIGNATURA	VALORACIÓN			
	≤ 4	5 y 6	7 y 8	9 y 10
<b>Inglés</b>	30,4	37	26,1	6,52
<b>Geografía e Historia</b>	15,2	37	37	10,9
<b>Música</b>	21,7	63	15,2	0
<b>Castellano</b>	15,2	47,8	37	0
<b>Valenciano</b>	10,9	58,7	26,1	4,35

<b>Educación Plástica</b>	15,2	41,3	21,7	21,7
<b>Educación Física</b>	15,2	30,4	26,1	28,3
<b>Matemáticas</b>	52,2	21,7	21,7	4,35
<b>Tecnología</b>	4,35	13	67,4	15,2
<b>Biología y Geología</b>	0	37	41,3	21,7
<b>Física y Química</b>	50,0	30,4	15,2	4,35

*Tabla 4.15. Porcentajes de la valoración del interés del alumnado de 3º de ESO por las asignaturas que cursan. Resultados del ítem 1, del cuestionario de alumnos A1 de 3º ESO.*

En este caso vemos que el 47,4% del alumnado de 3º de ESO tienen el área de Física y Química como la peor valorada. Únicamente con un porcentaje mayor se sitúa el área de Matemáticas. Y no hay ningún alumno o alumna que puntúe Física y Química como el área mejor valorada.

Los resultados obtenidos para los alumnos de 4º de ESO, se muestran en la *Tabla 4.16*.

<b>ASIGNATURA</b>	<b>VALORACIÓN</b>			
	<b>≤ 4</b>	<b>5 y 6</b>	<b>7 y 8</b>	<b>9 y 10</b>
<b>Inglés</b>	17,8	28,9	37,8	15,6
<b>Geografía e Historia</b>	15,6	33,3	35,6	15,6
<b>Música</b>	42,2	46,7	11,1	0
<b>Castellano</b>	11,1	44,4	44,4	0
<b>Valenciano</b>	24,4	48,9	24,4	2,22
<b>Educación Plástica</b>	33,3	40	13,3	13,3
<b>Educación Física</b>	17,8	24,4	24,4	33,3
<b>Matemáticas</b>	28,9	26,7	28,9	15,6
<b>Tecnología</b>	11,1	15,6	57,8	15,6

<b>Biología y Geología</b>	8,89	35,6	40	17,8
<b>Física y Química</b>	13,3	26,7	40	20

*Tabla 4.16. Porcentajes de la valoración del interés del alumnado de 4º de ESO por las asignaturas que cursan. Resultados del ítem 1, del cuestionario de alumnos A1 de 4º ESO.*

Entre el alumnado de 4º de ESO cuya elección ha sido cursar el área de Física y Química, y que posiblemente cursarán un bachillerato científico, las asignaturas menos valoradas no corresponden a ninguna de las asignaturas de ciencias. Únicamente el 20% del alumnado consideran al área de Física y Química como la peor valorada. Y el 13,3% le proporcionan una puntuación entre 9 y 10, al igual que Matemáticas, Tecnología y Biología y Geología.

Por lo que, en una primera conclusión, podemos decir que cuando la asignatura de Física y Química es una de las elecciones de los alumnos, el porcentaje de los alumnos que la consideran como la peor valorada no es tan alto como en el caso de los alumnos de 3º de ESO: pasamos de un 20% en el caso de 4º de ESO frente a un 47% de 3º de ESO. No sólo existen diferencias palpables en cuanto a la valoración más negativa, sino también en cuanto a la máxima puntuación ya que, mientras que entre el alumnado participante de 3º de ESO nadie otorga la mayor puntuación al área, en el caso de 4º de ESO el 13,3% le proporciona la máxima puntuación al área.

La pregunta número 2 del cuestionario A1 preguntaba al alumnado cuáles podrían ser las causas del desinterés hacia el estudio de la asignatura de Física y Química. Los resultados obtenidos son los que se muestran en la *Tabla 4.17*.

<b>Respuestas a la pregunta 2 del cuestionario A1: Causas del desinterés</b>			
<b>%</b>	<b>total</b>	<b>3º ESO</b>	<b>4º ESO</b>
<b>Pocas prácticas mucha teoría y fórmulas</b>	85,5	84,2	86,7
<b>Aburrida y Complicada</b>	70,8	78,9	53,3
<b>Profesorado</b>	41,7	36,8	46,7
<b>No me sirve</b>	12,5	15,8	6,7
<b>No hay desinterés</b>	10,3	5,3	13,3
<b>No sabe</b>	4,2	0,0	6,7
<b>Falta de salida</b>	8,3	10,5	6,7

Tabla 4.17. Porcentaje de resultados sobre el Ítem 2 del cuestionario A1 del grupo control.

Si realizamos el tratamiento de datos de manera conjunta los resultados que obtenemos son:

En un 41,7% el alumnado alega razones relacionadas con el profesorado, su forma de enseñanza y su programación. En las respuestas se encuentran literalmente respuestas del tipo: *“Cuando lo explica no lo entiendo”*, *“Los temas trabajados por el profesor son aburridos”* o *“tengo bastante interés si la clase la da Rafael, por que hace que prestar atención sea fácil”*. Estas respuestas están relacionadas con el O1-HP1 relacionado con la metodología de la enseñanza.

En un 70,8% los alumnos y alunas alegan que las clases de Física y Química son aburridas, difíciles y pesadas a la hora de estudiar, con un excesivo formalismo matemático y de fórmulas. Estas respuestas se encuentran relacionada con el aspecto 1.1 del O1-HP1, en la que se habla del excesivo formalismo matemático y el trabajo fundamentalmente cuantitativo en el que se centra el trabajo en el aula.

En un 85,5% contestan que existe demasiada teoría y fórmulas y no realizan prácticas de laboratorio. Esta respuesta se relaciona con los estudios

de la DC desde hace años, en los que se relaciona el interés del alumnado con la realización de investigaciones prácticas. Algo que nombrábamos en el aspecto 1.2. del O1-HP1.

El 10,3% creen que no existe desinterés, por lo tanto, en un 89,7% los alumnos y alumnas manifiestan el desinterés suyo o de sus compañeros y compañeras hacia el estudio de la asignatura Física y Química.

El 8,3 % alegan que no tiene salida profesional el estudio de Física y Química, lo que se relaciona con el estudio en las aulas de solo aquellas asignaturas que sirvan para su futuro profesional, así como un 12,5% opinan que no les sirve el estudio de Física y Química por su orientación profesional. Esto quiere decir que la alfabetización científica y tecnológica no es vista como necesaria, es decir, como un elemento de la cultura de nuestro tiempo.

El tratamiento de datos conjunto ha ayudado a validar la HP1, pero también resulta interesante analizar las diferencias existentes entre las respuestas proporcionadas por los alumnos de 3º y 4º de ESO ya que, como hemos dicho, los de 4º tienen como elección el estudio de las ciencias. Así, los resultados más llamativos los podemos resumir en los siguientes:

Los estudiantes de 4º de ESO no consideran la asignatura tan aburrida o complicada como lo consideran los de 3º de ESO con una diferencia de más del 20%.

También es interesante la diferencia entre el porcentaje de alumnado que no tiene desinterés en el estudio ya que, en el caso de 4º de ESO, hay más alumnos y alumnas que no poseen desinterés en el estudio de Física y Química.

Igual de interesante es que no existan diferencias significativas en la consideración de las siguientes causas: Profesor y su programación, la concepción de que la asignatura es aburrida y complicada, así como de la presencia de poca práctica de laboratorio. Esto significa que, aunque tengan interés por la asignatura demandan la modificación en la programación del docente atendiendo a estas demandas.

Con respecto a la cuestión número 3 del cuestionario A1, se les propone que enuncien aquellos temas que les gustaría trabajar en el aula de manera que aumentaría su interés en el estudio del área de Física y Química. Se presenta una única tabla (*Tabla 4.18*) porque no existen diferencias significativas entre la opinión de 3º y 4º de la ESO.

<b>Respuestas pregunta 3 cuestionario A1: Temas concretos que les gustaría trabajar en el aula</b>						
	<b>Química</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Astronomía</b>	<b>Armas</b>	<b>Aplicaciones reales</b>	<b>Amenas</b>
<b>%</b>	8,3	54,2	4,2	4,2	16,7	29,2

*Tabla 4.18. Porcentajes de resultados con respecto al Ítem 3 del cuestionario A1 del grupo control.*

El hecho de que las cuestiones estén escritas de forma abierta posibilita que más de una respuesta fuera dada por los alumnos de ahí que, en la *Tabla 4.18*, los porcentajes sumen más de 100.

Podemos afirmar que:

En un 8,3% prefieren trabajar más temas de Química que de Física, lo que luego se puede relacionar con su opción de estudio universitario, y está relacionado con lo que se ha mostrado en el apartado 4.3.1, en la que afirmábamos que el alumnado tiene más desconexión en el caso de la Física que de la Química.

En un 54,2% su interés se vería acrecentado si realizasen más prácticas de laboratorio, relacionado con el aspecto 1.2 del O1-HP1, relacionado con los trabajos de DC, en los que ya se ha demostrado como las prácticas de laboratorio es uno de los temas que al alumnado le gustaría trabajar.

En un 29,2% piden que en las clases se deberían trabajar aspectos para realizar las clases más amenas. Lo que está relacionado con la falta de motivación del alumnado, lo que planteamos en el aspecto 2.1. del O2-HP1.

En un 16,7% piden que en el aula se trabajen aplicaciones reales, de su vida cotidiana para aumentar su interés. Esto corresponde a trabajar CSC, planteadas en los aspectos 3.2 y 3.3 del O3-HP1, en las que se plantea la necesidad de trabajar cuestiones relacionadas con su vida diaria, con la resolución de necesidades sociales y con el pensamiento crítico.

En la cuestión número 4 del cuestionario 1 se les pide a los alumnos y alumnas que enumeren aquellas actividades que les gustaría trabajar en el aula para aumentar su interés en el estudio de la asignatura. En esta ocasión también se trabajan los resultados de manera conjunta de 3º y 4º de ESO, debido a que no presentan diferencias entre ellos. Los resultados se muestran en la *Tabla 4.19*.



<b>Respuestas pregunta 4 cuestionario A1: Actividades que les gustaría trabajar</b>			
	<b>Construcción de objetos</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Cambio en la programación</b>
<b>%</b>	8,3	54,2	29,2

*Tabla 4.19. Resultados con respecto al Ítem 4 del cuestionario A1 del grupo control.*

Del análisis de la *Tabla 4.19* se obtienen las siguientes conclusiones:

En un 8,3% piden que se trabaje en el aula la demostración del funcionamiento, construcción, etc. de los objetos utilizados en la vida cotidiana. Esta respuesta comprueba los aspectos 3.2 y 3.3 del O3-HP1, relacionados con la desconexión de las asignaturas con su vida diaria

En un 54,2% piden un mayor trabajo práctico de laboratorio, factor que aumenta el interés ampliamente demostrado por la DC, lo que está relacionado con el aspecto 1.2 del O1-HP1.

En un 29,2% piden el cambio del trabajo en el aula del profesor. Relacionado con el O2-HP1 de metodología de la enseñanza.

Un 8,8% dejaron la respuesta a esta cuestión en blanco.

#### **4.4.2. Análisis de los resultados del cuestionario A2.**

La primera de las preguntas planteadas en este cuestionario hace referencia a los valores que los alumnos y alumnas creen que les aporta el estudio de la enseñanza de Física y Química. Los resultados obtenidos se muestran en la *Tabla 4.20*.

	<b>Respuestas pregunta 1 cuestionario A2: Valores que aporta la enseñanza de la Física y Química</b>			
	<b>Conoci- miento</b>	<b>Ninguno</b>	<b>Interés</b>	<b>Formación</b>
<b>% (total)</b>	33,3	66,7	8,3	12,5
<b>% 3° ESO</b>	26,5	84	0,0	6,7
<b>% 4° ESO</b>	40,0	48,7	16,6	17,6

*Tabla 4.20. Resultados de las respuestas sobre lo que aporta el estudio de la Física y Química, correspondiente al Ítem 1 del cuestionario A2 del grupo control.*

Las subcategorías establecidas en esta pregunta corresponden al siguiente criterio:

- a) Dentro de lo que hemos nombrado como “*Conocimiento*”, hemos recogido todas aquellas respuestas que hacían referencia a conocer el mundo, conocer cómo funcionan las cosas, saber, adquirir conocimiento, etc.
- b) En la categoría “*Ninguno*” se encuentra aquellos cuestionarios en los que la respuesta era que no le aportaba nada, o ninguno, etc.
- c) Dentro de la categoría “*Interés*” se han incluido todas aquellas respuestas del estilo: interés por conocer, interés por saber cómo funcionan las cosas, etc.

- d) Y dentro del apartado de “*Formación*” se han contabilizado todas aquellas respuestas como: para la formación universitaria, para la educación, etc.

En este caso sí que existen diferencias entre los resultados obtenidos con el alumnado de 3º y 4º de ESO. Por lo tanto, haremos, en primer lugar, un tratamiento de los datos por separado para más tarde, realizar el tratamiento conjunto de los datos.

Si analizamos los resultados de 4º de ESO, la primera diferencia se encuentra en la respuesta sobre los valores que aporta el estudio de las ciencias, ya que la opción “No aporta ningún valor”, se reduce en casi la mitad. Esto podemos suponer que es debido a que ya han tenido formación en valores, en asignaturas como Educación para la ciudadanía y Educación ética-cívica de 4. Sin embargo, no deja de ser preocupante que el 48,7% de los estudiantes de 4º y el 84% de los de 3º no encuentren ningún valor en el aprendizaje de la asignatura.

Los resultados de la muestra total, en este caso son llamativos ya que el 66,7% de los estudiantes cree que el estudio de la Física y la Química no le aporta ningún valor, apoyado por frases tan lapidarias como “¿*Valores? Ninguno*”, “¿*Cómo?*”. Y, los que sí contestan, los únicos valores que enumeran son el conocimiento o saber, únicamente.

Estos resultados comprueban el aspecto 3.1 del O3-HP1, que hace referencia a que el alumnado no es capaz de identificar que valores les aporta la ciencia, posiblemente ni los puramente cognitivos, de forma que en su enseñanza no reciben la parte más importante de la ciencia que les ayudaría a comprender y aceptar la ciencia de una forma más positiva.

La segunda de las preguntas del cuestionario A2, cuestiona qué relaciones conocían entre la Física y la Química y el armamento. Los resultados obtenidos son los mostrados en la *Tabla 4.21*.

<b>Respuestas pregunta 2 cuestionario A2: Contribución de la Física y la Química en los armamentos</b>				
<b>%</b>	<b>Inventan</b>	<b>Construyen</b>	<b>Ninguna</b>	<b>NS/NC</b>
<b>Total</b>	54,2	58,3	28,2	19,8
<b>3º ESO</b>	52,6	56,3	30,0	26,3
<b>4º ESO</b>	53,3	60	26,3	13,3

*Tabla 4.21. Porcentajes de las respuestas dadas al Ítem 2 del cuestionario A2 del grupo control.*

Para la agrupación en estas categorías utilizamos los siguientes criterios:

- a) Dentro de la categoría “Inventan” se introdujeron aquellas respuestas en la que se hacía referencia a: son las que las inventan, investigan sobre ello, investigan las mejoras en la eficacia, etc.
- b) Dentro de “Construyen” se incluyeron aquellas respuestas que dicen que además de invitarlas y diseñarlas, los científicos y científicas las fabrican y construyen.

Si realizamos el tratamiento de los datos teniendo en cuenta las diferencias existentes entre 3º y 4º de ESO vemos que únicamente es destacable es que las respuestas “No sabe, no contesta” es menor (de un 26,3% a un 13,3%), lo que puede significar que ha sido más trabajado en su educación.

Los resultados de esta pregunta comprueban los aspectos 3.2 y 3.3 del O3-HP1, ya que los porcentajes de la opción “NS/NC”, ponen de manifiesto

que a los alumnos y alumnas no se les enseña las repercusiones sociales de muchos productos del conocimiento científico y, por otro lado, si se conocen, sólo corresponde su parte más negativa. Con este resultado vemos que estamos afianzando su visión negativa de la ciencia, y que desconocen las contribuciones de la Física y la Química a la resolución de necesidades humanas, lo que afianza la visión de la ciencia como conocimiento cerrado y desconectado de la sociedad, y por lo tanto separada de su vida cotidiana, factor determinante en la motivación de los alumnos.

La pregunta número 3 del cuestionario pretende contrastar también los aspectos 3.2 y 3.3 del O3-HP1, que hace referencia a que en el proceso de enseñanza –aprendizaje no se presentan las repercusiones y contribuciones de la ciencia y si se presentan lo hace en aquellos aspectos que provocan una visión negativa de la ciencia. Los resultados obtenidos se muestran en la *Tabla 4.22*.

<b>Respuestas pregunta 3 cuestionario A2: Relación entre la ciencia y el medio ambiente</b>					
<b>%</b>	<b>Contaminan</b>	<b>Perjudican</b>	<b>Ninguno</b>	<b>Mejoran</b>	<b>NS/NC</b>
<b>Total</b>	55,95	22,5	29,2	3,4	10,7
<b>3º ESO</b>	57,9	26,7	33,3	0,0	21,0
<b>4º ESO</b>	54,0	18,3	25,0	6,7	0,0

*Tabla 4.22. Porcentajes de respuestas con relación al Ítem 3 del cuestionario A2 del grupo control.*

En este caso, también es interesante hacer en primer lugar un análisis de los resultados obtenidos entre los alumnos de 3º y 4º de ESO. Así, encontramos:

- No existe ningún estudiante de 4º de ESO que conteste que no sabe si la Física y la Química tienen relación o no con el medio ambiente frente a un 21% de los de 3º de ESO. Esto está relacionado con los aspectos 3.2 y 3.3 del O3-HP1, en los que se trabaja la idea de que el alumnado desconoce de las repercusiones y contribuciones de la ciencia en la sociedad, y si las conoce sólo es de manera negativa.
- También es menor el porcentaje de alumnos y alumnas que no encuentran entre Física y Química y el Medio ambiente, ninguna relación.
- El 6,7% de los de 4º de ESO dicen que la Física y la Química pueden contribuir en la mejora del medio ambiente, mientras que ninguno de los de 3º de ESO nombra nada positivo sobre la ciencia y el medio ambiente.
- También es menor el porcentaje de alumnado de 4º de ESO que asocian la palabra perjudicial con el área.

Es significativo que no existan diferencias en la relación entre Física y Química con la palabra contaminación, ya que demuestra el tipo de formación que están recibiendo en la que tanto a los alumnos “de ciencias” como los de 3º se relaciona Física y Química con la contaminación.

Si tratamos los datos de manera conjunta lo que obtenemos que existe un gran número de alumnos y alumnas que no encuentran ninguna relación

entre Física y Química, (en casi un 30%), lo que demuestra los aspectos 3.2 y 3.3 del O3-HP1, que también quedan apoyadas por el hecho de que el 55% de los estudiantes que conocen alguna relación la relaciona con la contaminación, afianzando de esta forma la visión negativa de la ciencia como causante de los problemas que actúan sobre la sociedad en este momento. Los aspectos 3.2 y 3.3 del O3-HP1 que han quedado comprobados, afirmaban que en la formación de los alumnos no se tratan las repercusiones sociales de los avances de la ciencia, y si reciben formación, únicamente trabajan las negativas, Tampoco las contribuciones de los científicos en las mejoras de la vida cotidiana, respectivamente.

La pregunta número 4 de este cuestionario, también pretende contrastar los aspectos 3.2 y 3.3 del O3-HP1. Los resultados obtenidos son esclarecedores tal y como se puede observar en la *Tabla 4.23*.

<b>Respuestas (en %) pregunta 4 cuestionario A2: Contribuciones de la Física y la Química a las necesidades humanas</b>					
<b>Inven- tos</b>	<b>Nin- guna</b>	<b>Alimenta- ción</b>	<b>Medi- cina</b>	<b>Energías</b>	<b>NS/NC</b>
25	66,7	8,3	12,5	8,3	16,7

*Tabla 4.23. Resultados con respecto al Ítem 4 del cuestionario A2 del grupo control.*

En este caso no existen diferencias significativas entre los de 3º y de 4º de ESO.

Uno de los resultados más preocupante es que el 66,7% de los estudiantes del segundo ciclo de ESO, cree que no existe ninguna contribución de Física y Química, que unido al 17 % que no sabe no contesta, resulta decisivo a la hora de comprobar, respectivamente, los aspectos 3.3 y 2.4 de los O3-

HP1 y O2-HP1 relacionados con la enseñanza de la ciencia y la ausencia en la misma de temas relacionados con las CSC.

La pregunta 5 está relacionada con la cuestión de género y el desconocimiento del alumnado de secundaria de la contribución de las científicas en la construcción de las ciencias. Así, como se puede ver en la *Tabla 4.23*, los resultados obtenidos son más que llamativos, ya que en casi un 80% de los casos no conocen ninguna científica, y el resto la única científica que conocen es Marie Curie.

<b>Respuestas a la pregunta 5 del cuestionario A2: Científicas conocidas</b>			
<b>%</b>	<b>Marie Curie</b>	<b>Otras</b>	<b>Ninguna</b>
<b>(Total)</b>	22,6	0,0	77,5
<b>3° ESO</b>	21,8	0,0	78,2
<b>4° ESO</b>	23,3	0,0	76,7

*Tabla 4.23. Resultados con respecto al Ítem 5 del cuestionario A2 del grupo control.*

En este caso existen diferencias entre las respuestas el alumnado de 3° y de 4° de ESO, aunque no tan marcadas como en las preguntas anteriores. Aun así, es significativo que el porcentaje de alumnos y alumnas que no conocen a ninguna científica es menor en un 10%. Aun así sigue siendo escandaloso que sólo el 23,3% de los estudiantes nombren a Marie Curie y siga sin nombrarse a ninguna otra más.

Los resultados en cuanto a la cuestión de género demuestran y comprueban los aspectos 3.4 y 3.5 del O3-HP1 que planteaban una visión de la ciencia como producida por el género masculino, lo que implica la ausencia



del trabajo en el aula de ejemplos de las científicas que contribuyeron a la construcción de las ciencias.

Por último, mediante la pregunta 6, también se les preguntó sobre las razones que ellos alegan para que se desconozcan científicas. Sus respuestas fueron las mostradas en la *Tabla 4.24*.

<b>Respuesta (%) pregunta 6 cuestionario A2: Razones del conocimiento de las científicas</b>					
<b>No las estudian</b>	<b>No se conocen</b>	<b>Otras profesiones</b>	<b>No sé</b>	<b>No sirven</b>	<b>No podían</b>
11,7	44,2	4,4	50,0	4,4	21,8

*Tabla 4.24. Respuestas con respecto al Ítem 6 del cuestionario A2 del grupo control.*

En esta pregunta tan poco es necesario el tratamiento de los datos por separado ya que no existen diferencias significativas en sus respuestas.

Las respuestas han sido llamativas y esclarecedoras, ya que una de las razones alegadas es obvia: “no las conozco porque no las he estudiado”. También alegan que no se conocen mujeres científicas o frases tan llamativas como “*las mujeres no sirven para la ciencia*”, “*se dedican a otras cosas*” de forma que esta respuesta comprueba el aspecto 3.4 del O3-HP1.

Para poder clasificar las respuestas, lo que se ha hecho es agrupar las respuestas teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Dentro de la primera se engloban aquellas respuestas en la que los alumnos y alumnas dicen que no se estudian porque no hay mujeres para poder estudiarlas.
- En la segunda argumentan razones del estilo de que no las conocen porque nadie se las ha presentado o no las han estudiado.
- En la tercera están agrupadas todas aquellas respuestas en la que los estudiantes decían que no las conocen porque las científicas se dedican a otras profesiones, es decir, aunque tengan formación científica se dedican a otras cosas.
- La cuarta de ellas engloba a aquellas en las que directamente contestaban que no lo sabían o dejaban su respuesta en blanco.
- La quinta engloba a aquellas respuestas en las que se nombraba la incapacidad para estudiar ciencias por las mujeres.
- En la sexta hace referencia a todas aquellas respuestas que hablan de impedimentos externos, gobiernos, sociedad, etc., que impedía que las mujeres tuvieran estudios científicos, o cualquier estudio

#### **4.5. Análisis de las entrevistas semiestructuradas**

Las entrevistas se han realizado siguiendo el guion semiestructurado mostrado en el apartado 3.2.3b). Los resultados obtenidos de estas veintidós entrevistas no muestran diferencias importantes con respecto a los tratamientos estadísticos de los cuestionarios. La muestra fue seleccionada entre estudiantes que sí cursaron la asignatura de Física y Química y decidieron no seguir cursando estudios de ciencias en Bachillerato; estudiantes que en 3º de

ESO mostraron interés y curiosidad por las ciencias, pero que no acabaron escogiendo la asignatura de Física y Química en 4º de ESO.

El hecho de que no siguieran un cuestionario marcado, al ser una entrevista, permitió la posibilidad de obtener conclusiones, frases y comentarios surgidos de manera espontánea en la entrevista que son remarcables y que pueden apuntar futuras líneas de investigación.

Para hacer el tratamiento de los datos los vamos a agrupar por los temas propuestos en los cuestionarios.

El primero de ellos es el docente y la forma de enseñanza. Cuando se comenzó las entrevistas, uno de los objetivos era ver de una manera relajada cómo creen que afecta el docente y su labor en el aula en su visión de la asignatura, y por lo tanto en su futura elección o no de la asignatura. Los comentarios de los alumnos y alumnas se pueden resumir en dos posturas. Los que dicen: *“amb ell m'ho passava bé.”*, *“vore aplicacions de la ciència ajuda a entendre els conceptes”*, *“únicamente entendí la práctica de movimiento”*, *“estuvo bien ir al museo de las ciencias, magia química estuvo chulo”* ... O, por el contrario, los que afirman que *“estaba un poco loco, siempre haciendo ejercicios sobre dónde caía una bomba, cuánto tiempo tardaba, y ¡a mi que me importa!”*, *“desde que entraba hasta que salía no entendía nada de lo que decía”*, *“la profesora de 3º si que la entendía bien , a esta no sé ni lo que dice”*, *“ no encontraba sentido a la asignatura”*, *“temas sueltos , sin ningún sentido”*, *“no entendía para qué estudiar esta asignatura”*.

Con estas respuestas, queda comprobado nuestro O1-HP1 (relacionada con la metodología de enseñanza) sobre cómo la programación y la forma de trabajar en el aula pueden afectar sobre el alumno y su interés.

También se encuentra reflejada la idea que aparece en el aspecto 3.2 del O3-HP1, que relacionaba la idea de repercusiones sociales hace que aumente el interés.

Otro de los grupos sobre las que hemos agrupado es cuáles son los aspectos que se trabajan en el aula, así respuestas como: *“aprendí el método científico de memoria, pero nunca entré en el laboratorio para aplicarlo”*, *“tantas reacciones y reacciones, ¿para qué? Nunca he visto una”*. De manera que vuelve a quedar reflejado que la metodología de enseñanza (O1-HP1), así como la ausencia de aquellos factores que pueden aumentar el interés (aspectos 3.2 y 3.3 del O3-HP1) ha sido nombrada en sus entrevistas.

Dentro de esta categoría, cuando les preguntamos de manera directa cuáles son las actividades que hubieran aumentado su interés, las respuestas que obtuvimos corroboran lo ya demostrado en los cuestionarios de alumnos y profesores con respuestas del estilo: *“no he entrado en un laboratorio en mi vida”*. *“quizás si hubiera trabajado algún aspecto que me afecte en mi vida”*, *“Vore aplicacions de la ciència”*, *“menos ejercicios, menos teoría, o por lo menos que no sea tan aburrido, es que no sé para qué me sirve conocer cómo se llama el óxido de estaño”*, *“temas sobre el efecto invernadero, pero no con tantas fórmulas, pero más entendible”*, *“No més teoria i problemes”*. Este apartado se refleja como las actividades que a ellos les gustaría trabajar son las que aparecen reflejadas en los estudios de didáctica de hace años.

De estas respuestas podemos ver que no existen diferencias significativas sobre los temas y aspectos que les gustaría trabajar, respecto a los que se nombran en los cuestionarios.

Otro de los grupos que hemos trabajado corresponde a los alumnos de 3º o 4º que han escogido su opción para bachillerato y no ha sido ciencias. En este caso las respuestas obtenidas se pueden resumir en: *“para la carrera que quiero estudiar no me sirve para nada”*, *“no tenía claro lo que quería estudiar, pero es más fácil plástica que Física y Química”*, *“aunque me gustaban, no se me daba bien, me costaba mucho aprobar”*, *“¡ya es difícil aprobar bachillerato como para escoger el científico!”*, *“estudiando ciencias ¿en qué voy a trabajar?”*. Una vez más aparece la dificultad de las ciencias, el miedo al fracaso, la falta de salida, etc.

Con lo que estas respuestas se relacionan con la idea de que el estudio de las ciencias es sólo para aquellos alumnos y alumnas que vayan a estudiar una carrera de ciencias, con la idea de que las ciencias se encuentran en manos de unos pocos, que nosotros planteamos en los aspectos 3.4 y 3.1 del O3-HP1.

La otra categoría hacía referencia a la cuestión de género con la pregunta de si conocían algunas científicas. Se obtuvieron respuestas como: *“¿científicas? ..... Ninguna”*, *“esta que se dedicó a la radiactividad.... Curie creo que se llamaba”*, *“la verdad es que no conozco a ninguna, nunca me había planteado esta pregunta”*. Lo que está claramente relacionado con la falta de conocimiento de científicas que han ayudado al crecimiento de las ciencias, que nosotros planteamos en el O4-HP1.

Dentro de este grupo también preguntamos por qué creían que las chicas no cursaban Física y las respuestas más clarificadoras son: *“ellos (los chicos) són més esquemàtics”*, *“nos gustan más otras cosas”*. Demostrando la desconexión entre las ciencias y el género que nosotros planteamos en el aspecto 4.2 del O4-HP1.

El último aspecto que destacamos es la imagen de la ciencia. Las respuestas que obtuvimos hacen referencia, casi en un 90%, a temas de medio ambiente, lo que se pone de manifiesto con las siguientes respuestas: “*Es bona, ens fa avançar, però a la vegada dolenta, i ens està perjudicant*,” “*nos ajuda a avançar,*” ante esta pregunta le pregunté a qué nos ayudaba a avanzar y no supo que contestar, “*la imagen que tengo es que es perjudicial, fíjate las noticias, ¿oíste lo del vertido de la planta química?*”. Y, otra vez vemos la relación entre la ciencia y el medio ambiente como si fuera la causante de los problemas.

Estas respuestas siguen la misma tendencia que los cuestionarios y que nosotros planteamos en el aspecto 3.2 del O3-HP1.

Por lo que estas entrevistas, que han ofrecido un feed-back con el alumnado, han permitido encontrar respuestas más largas y concisas, pero que siguen la misma tendencia que lo obtenido con los alumnos y alumnas en los cuestionarios.



## **CAPÍTULO 5: DISEÑO EXPERIMENTAL PARA COMPROBAR LA SEGUNDA HIPÓTESIS**

Para contrastar la HP2 nos hemos planteado dos objetivos:

- O1-HP2. Diseñar una propuesta didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de la Física y Química en la que se aborden CSC con el fin de mejorar la visión de la asignatura, que aumente el interés y la motivación, y se fomente el pensamiento crítico.
- O2-HP2. Evaluar en qué medida esta propuesta didáctica contribuye a superar las dificultades de aprendizaje detectadas en los alumnos y alumnas.

Se trata pues de, a lo largo de un curso escolar, trabajar determinadas CSC, que ayuden a modificar la visión, que motiven y aumenten tanto el interés por la ciencia como el pensamiento crítico, sin dejar de lado cuestiones de género. De este modo que mostrar una imagen de la ciencia contextualizada, con toda su riqueza y complejidad, aprovechando los acontecimientos históricos para una mayor comprensión de los conocimientos científicos y considerando los problemas y las dificultades ideológicas planteados que llevaron a la construcción de dichos conocimientos, pueden facilitar la introducción de ideas y valores críticos en el alumnado (Aikenhead, 1994; Solbes, 2009).

Para dar validez a la hipótesis planteada se han utilizado un par de los instrumentos diseñados para la validación de la primera hipótesis para, así, poder establecer comparaciones entre la fase de diagnóstico (grupos de control) y la fase de intervención (grupos pre-test y post-test), concretamente, los cuestionarios propuestos para el alumnado.



### 5.1. Propuesta de actividades para trabajar en el aula.

En el diseño de las actividades se plantearon seis objetivos.

El **objetivo principal** de esta investigación se centra en la búsqueda del **aumento de interés** del alumnado hacia el estudio de la asignatura. Por esta razón, todas las actividades buscan que tras el trabajo de ellas en el aula el alumno o alumna modifique su opinión y disposición hacia el estudio de la asignatura. Los ítems para evaluar si esto es así o no, son los desarrollados en el cuestionario 1 de alumnos A1 descrito en epígrafes anteriores.

Otros objetivos trabajados en el diseño de todas las actividades son por un lado que las actividades planteadas ayuden a **contextualizar la ciencia y a conectarla** con la vida diaria del estudiante y, por otro mostrar al alumnado los **valores y actitudes** que proporciona el estudio de la ciencia (o que están relacionados con el estudio de la ciencia). También era importante para nuestra hipótesis indicar cuáles han sido las **contribuciones de la ciencia**, así como el trabajo del **pensamiento crítico**.

Los objetivos mencionados antes se encuentran en cada una de las actividades trabajadas, pero en el diseño buscamos trabajar en algunos objetivos específicos y así se diseñaron actividades en las que el objetivo principal estaba relacionado con la cuestión de **género**, de manera que se trabajara con el alumnado aquellas contribuciones realizadas por científicas al crecimiento de la ciencia. Para lo cual se plantearon las actividades indicadas en la *Tabla 5.1* y que fueron trabajadas en todos los cursos, más tarde se utilizaron los ítems indicados para evaluar la intervención en el aula.

<b>Actividades</b>	<b>Curso en el que se han trabajado</b>	<b>Cuestionario e ítem para evaluarlo</b>
<b>Dorothy C. Hodgking</b>	Todos los cursos	A2 – I5 A2 – I6
<b>Rachel Carson</b>		
<b>Petite Curie</b>		
<b>Los isótopos radiactivos</b>		
<b>Irene Joliot</b>		

*Tabla 5.1. Actividades, cursos en los que se ha aplicado y cuestionario e ítem en el que se ha evaluado*

En el diseño de las siguientes actividades lo que buscamos es fomentar el **pensamiento crítico** mediante el uso de CSC.

De esta forma se plantearon las actividades presentadas en la *Tabla 5.2*, donde también se indica en qué curso ha sido trabajada y con qué ítem se ha evaluado.

<b>Actividades</b>	<b>Curso en el que se ha trabajado</b>	<b>Cuestionario e ítem para evaluarlo</b>
<b>Astrobiología y ovnis</b>	2º y 4º ESO	Todos los ítems de los dos cuestionarios: A1 y A2 I1 al I4
<b>Galileo y la revolución científica</b>		
<b>Física médica y Rotblat</b>	Todos los cursos	
<b>Consumo de Energía en el mundo</b>		

<b>Efecto invernadero</b>		
---------------------------	--	--

*Tabla 5.2. Actividades, cursos en los que se ha aplicado y cuestionario e ítem en el que se ha evaluado.*

Y en el último bloque de actividades trabajadas se muestra al alumnado las contribuciones sociales de algunos científicos.

<b>Actividades</b>	<b>Curso en el que se ha trabajado</b>	<b>Cuestionario e ítem para evaluarlo</b>
<b>Mario Molina y el ciclo del ozono</b>	Todos los cursos	Todos los ítems de los dos cuestionarios: A1 y A2 del I1 al I4
<b>Michael Faraday científico autodidacta</b>		
<b>Tim Berners Lee y la world wide web</b>		

*Tabla 5.3. Actividades, cursos en los que se ha aplicado y cuestionario e ítem en el que se ha evaluado*

Las actividades se realizaron en sesiones de 55 minutos con el alumnado trabajando en pequeños grupos. Para su realización se les proporcionó una copia de cada una de las actividades y comenzaron a debatir, trabajar, documentarse... Pasado un tiempo, que dependió de cada una de las actividades propuestas, se realizó una puesta en común de todo lo trabajado por cada uno de los grupos.

En el siguiente epígrafe se describen las actividades trabajadas. El hecho de trabajar en el aula CSC hace que, con una actividad, se puedan trabajar o abordar más de uno de los 6 objetivos planteados en el diseño, por lo que hemos decidido agrupar las actividades en 3 grandes grupos.

### **5.1.1. Actividades para trabajar el pensamiento crítico.**

En este apartado se presentan aquellas actividades con las que se busca trabajar y fomentar el pensamiento crítico.

La primera de ellas “**Astrobiología y ovnis**”, se trabajó en 2º y 4º de ESO haciéndolo coincidir con el currículo de estas asignaturas. Las preguntas que componen este cuestionario se pueden consultar en la *Tabla 5.4*.

#### ***Astrobiología y Ovnis***

*C0) ¿Crees que existen los ovnis, es decir, seres extraterrestres inteligentes que nos visitan?*

Mucha gente cree en los ovnis, es decir, en seres extraterrestres (ET) que nos visitan e incluso algunos declaran haber sido abducidos. Hay personas que se ganan la vida con ello, los ufólogos, según los cuales se han producido millón de avistamientos ovni desde el incidente Roswell, en el que se descubrieron en un rancho a 120 km de dicha ciudad, en 1947, unos escombros que parecían piezas de un globo sonda o un reflector de radar. Se atribuyeron a un disco volador, afirmación no desmentida por el ejército inmediatamente, porque eran restos de un globo sonda de proyecto militar secreto para detectar un posible ensayo de la primera bomba atómica soviética. Este primer incidente dio origen al fenómeno ovni y otros programas

secretos, como el del avión espía U-2 lo mantuvieron vivo, como ha denunciado el físico Robert Park.

Por el contrario, los científicos consideran que la probabilidad del fenómeno ovni tiende a cero, como ya sugería el premio Nobel de Física Enrico Fermi al preguntar irónicamente: “¿Dónde diablos están?”. De hecho, todos los casos estudiados en los EEUU han resultado fenómenos naturales incorrectamente interpretados por el observador, aviones soviéticos o aviones experimentales norteamericanos, globos, luces, etc. Así, la CIA calculó que más de la mitad de todos los avistamientos entre finales de los 50 y finales de los 60 correspondían al U-2. Tan convencida estaba la comunidad científica de que no había nada extraterrestre en los ovnis que cuando el presidente Carter solicitó a la NASA un estudio exhaustivo sobre esos fenómenos, dicho organismo se negó a realizarlo.

*CI) ¿A qué puede atribuirse la creencia en los ovnis? ¿Qué papel ha jugado el secretismo militar en la misma?*

Los únicos abordajes científicos del fenómeno son la ecuación de Drake y el programa SETI (*Search of Extraterrestrial Intelligence*), basado en la idea de que la forma más probable de comunicación con civilizaciones extrasolares sea la detección con radiotelescopios de ondas electromagnéticas emitidas por estas. Drake planteó una ecuación sobre la probabilidad de una civilización tecnológica en la galaxia y si esta era aceptable, el programa SETI tendría sentido. Dicha ecuación es

$$N=R \cdot fp \cdot ne \cdot fv \cdot fi \cdot fc \cdot L,$$

donde R es la tasa de formación de estrellas como el Sol en la galaxia, fp la probabilidad de que tengan planetas, ne es el número medio de planetas

habitables,  $f_v$  la probabilidad de que haya vida en ellos,  $f_i$  es la probabilidad de vida inteligente,  $f_c$  es la probabilidad de una civilización tecnológica (con radiotelescopios que le permitan comunicarse con nosotros) y, por último,  $L$ , la vida media de dicha civilización y, en consecuencia,  $N$  sería el número de planetas que pueden tener vida con tecnología avanzada.



Para realizar las estimaciones es necesario responder a una serie de preguntas, que han sido la base de desarrollos científicos importantes en astronomía, búsqueda de planetas extrasolares, origen de la vida, etc. Así, podemos plantearnos como muchos científicos

*C2) ¿Qué condiciones debe reunir una estrella para albergar vida?*

*C3) ¿Qué condiciones debe reunir un planeta o satélite para albergar vida? O más en concreto, ¿por qué algunos científicos dicen que hay (o hubo) posibilidades para la vida en Marte o en Europa (satélite de Júpiter)?*

*C4) Busca información sobre cómo se puede originar vida a partir de la materia inerte (en particular sobre los experimentos de Miller, Joan Oró, etc.).*

Las respuestas a estas preguntas permitieron que Sagan, Drake y otros estimasen para  $N$  valores comprendidos entre  $10^3$  y  $10^5$  (sobre  $10^{11}$  estrellas en la galaxia), lo que apoyaba el programa SETI del que eran partidarios. Aunque los valores de  $R$ ,  $f_p$  y  $n_e$  son datos astronómicos muy aceptables,

otros científicos consideran que la probabilidad de vida, de vida inteligente y de civilización tecnológica parecen sobreestimadas a partir de lo que podemos observar en la Tierra (porque hasta hoy toda la biología es terrestre). La Tierra existe desde hace 4500 millones de años (Ma). No parece que la vida sea tan difícil, ya que las bacterias existen desde hace unos 3500 Ma. Pero la vida compleja es más difícil y más si tenemos en cuenta el papel del azar en la evolución de los seres vivos (recordemos la extinción de los dinosaurios). Así, las primeras células nucleadas existen desde hace unos 2200 Ma y los seres pluricelulares desde hace 700 Ma. Mucho más difícil parece la aparición de vida inteligente, como el “homo habilis” que se remonta a hace sólo 2 Ma y aún más que ésta alcance una tecnología “espacial”, que tiene sólo unos 50 años. Por último, señalar que el programa SETI no ha conseguido resultados positivos hasta ahora.

*C5) ¿Por qué y cómo los científicos cuestionan las creencias en el fenómeno ovni?*

*Tabla 5.4. Cuestiones de la actividad “Astrobiología y Ovnis”.*

Aunque los objetivos buscados con esta actividad se expusieron en la *Tabla 5.2*, vamos a comentar la intención didáctica de cada una de las cuestiones que componen esta actividad:

Con la C0, lo que se buscaba es conectar con el alumnado, que muestre sus inquietudes, sus ideas previas, así como sus hipótesis sobre la vida en otros planetas.

En cambio, con la C1, la intención era conocer las razones por las que la sociedad cree en la presencia de ovnis, que aleguen respuestas razonadas o

incluso hechos que apoyen su idea de la presencia de vida extraterrestre en nuestro planeta.

Por otra parte, con las cuestiones C2 y C3 lo que buscamos es presentar cómo se busca, desde una forma científica, la presencia o no de vida, cuál es la metodología que se debe de seguir a la hora de buscar la respuesta de la existencia debida en otros planetas, mientras que en la C4 se realiza una visión histórica de cómo se investigó/demostró el origen de la vida a partir de la materia inerte.

Por último, la C5 cierra esta actividad para mostrar a los alumnos cómo se ha intentado argumentar la presencia de ovnis en nuestro planeta.

La siguiente actividad **“Galileo y la revolución científica del XVII”** fue trabajada con dos formatos diferentes. Uno de ellos de más fácil lectura que se utilizó en las aulas de 2º de ESO y el otro, con un poco más de complejidad, se trabajó en el aula de 4º de ESO. Esta actividad está adaptada de la realizada por Solbes y Tarín, 1996.

En primer lugar, en la *Tabla 5.5*, se muestra la correspondiente a 2º de ESO.

### ***Galileo y la revolución científica del XVII***

*C.0. ¿Conoces a Galileo Galilei? ¿Cuáles son sus aportaciones? Lee el texto siguiente.*

Otra gran contribución al nuevo modelo fueron las observaciones astronómicas de Galileo (1564-1642) publicadas en latín en el libro *"Sidereus Nuncius"* (*El mensajero celestial*, 1610). En él expone cómo el telescopio, que el mismo Galileo construyó, le permitió observar la existencia de cráteres y montañas en la Luna, descubrir satélites de Júpiter y observar que las estrellas



fijas siguen siendo puntuales como a simple vista. Estas observaciones supusieron un importante apoyo a la teoría heliocéntrica porque muestran que los cuerpos celestes no aparecían como perfectos e inmutables, que no todos giraban en torno a la Tierra y que las estrellas se encuentran muy alejadas. Al publicarlas Galileo, fue advertido por la Inquisición, que le prohibió publicar sobre dicho tema.

Años después, ya en Florencia, pensando que la coyuntura era favorable, porque había sido designado papa su amigo el cardenal Barberini, amplía los argumentos en favor del sistema copernicano en su gran obra "*Diálogo sobre los dos grandes sistemas del mundo*" (1632). Este libro nos permite entender que los objetos son atraídos por la Tierra y, por tanto, no son despedidos; que los cuerpos que caen verticalmente llevan la velocidad de la Tierra, que las estrellas se encuentran a una distancia prácticamente infinita lo cual justifica la ausencia de paralaje. Pero, de hecho, en aquella época, no existía ninguna observación o experimento "crucial", que pudiera explicarse solo por una teoría.

Como esta obra no se publica en latín, lenguaje de la iglesia, la cultura y la ciencia, sino en italiano y en forma de diálogo, entre tres personajes (Salviati, defensor de las ideas de Galileo; Simplicio, defensor de las ideas geocéntricas y Sagredo, que actúa de árbitro entre los dos) y con un carácter muy divulgativo, que aún la hace legible en la actualidad, consiguió hacer sus ideas accesibles a la sociedad. Por ello, se inicia una auténtica persecución contra él, pese a su edad avanzada. Fue juzgado por la Inquisición, amenazado con tortura y obligado a renunciar de sus ideas, cosa que Galileo hizo para salvar su vida sabiendo que, años atrás, en 1600, Giordano Bruno, había sido quemado en la hoguera.

La abjuración de Galileo fue leída públicamente en todas las iglesias de Italia, siendo condenado a permanecer confinado hasta su muerte (que tuvo lugar en 1642) en una villa en el campo. En este encierro escribió "*Discursos*

*y demostraciones sobre dos nuevas ciencias pertenecientes a la mecánica y el movimiento global" que se publicó en Holanda.*

Las contribuciones de Galileo al estudio del movimiento son considerables. Estableció la ley de inercia (o primer principio de la dinámica según Newton) al observar el movimiento de una esfera por un plano horizontal y *"exquisitamente pulimentado"* (sin rozamiento), supuso que, si ese plano *"fuese indefinido, el movimiento sobre él no tendría fin, esto es, sería perpetuo"*. Cuestionaba así la afirmación de Aristóteles de que es necesaria una fuerza para producir un movimiento.

Estudió la caída libre afirmando que dos cuerpos de distinto peso (y la misma forma) caen en tiempos prácticamente iguales, criticando así la proporción entre velocidad de caída y peso del cuerpo establecida por Aristóteles. Estableció que el movimiento de un cuerpo en caída libre o rodando por un plano inclinado es uniformemente acelerado, es decir, con incrementos iguales de velocidad en tiempos iguales, y lo comprueba experimentalmente con un plano inclinado que, al reducir la velocidad de caída, permite medir tiempos.

Por último, al comparar el movimiento de objetos en barcos en movimiento rectilíneo uniforme (MRU) y en tierra encontró que los fenómenos mecánicos (y, en consecuencia, sus leyes) no se modifican al referirlas a un sistema de referencia en reposo o a otro que se mueva con MRU (sistemas de referencia inerciales. Este enunciado se conoce como "principio de relatividad de Galileo".

Por último, hay que señalar que los libros de Galileo habían sido incluidos en el "Índice" (donde permanecieron junto al de Copérnico y otro de Kepler hasta 1835). Cabe señalar que esta condena de las teorías de Galileo se ha prolongado varios siglos, hasta muy recientemente. El Vaticano no anunció hasta 1968 la conveniencia de anularla y solo la hizo efectiva en 1992.

*C1) Busca información sobre otros científicos que contribuyeron a cuestionar el sistema geocéntrico.*

*C2) ¿Qué argumentos se utilizaron contra el modelo heliocéntrico?*

C3) ¿Conoces otros científicos que hayan sido objeto de persecución en fechas recientes?

C4) Señala aplicaciones de la mecánica desarrollada por Galileo y Newton

*Tabla 5.5. Texto y Cuestiones de la actividad “Galileo y la revolución científica del XVII” trabajada en 2º de ESO”.*

Lo que se busca con esta actividad es, por una parte, demostrar cómo los científicos y científicas deben apoyar sus afirmaciones con hechos experimentales, lo cual encaja con el currículo de 2º de ESO donde se trabaja el “Método Científico”, mientras que, por otra, cómo se han tenido que enfrentar a controversias sociales. Analicemos las cuestiones:

En la C0 se pretende presentar cómo el trabajo acumulativo de muchas personas ayuda a la caída de un paradigma, de manera que se quiere romper su visión deformada del trabajo aislado del científico.

La C1 y C2 buscan que sean conscientes de cómo la realidad muestra algunos hechos que no son explicados por las teorías aceptadas en un momento histórico determinado. En definitiva, que vean cómo el estudio pormenorizado del mundo que nos rodea, plantea preguntas que, o no son posible de responder con las teorías aceptadas o, incluso, las contradicen. Y que cuando eso sucede han comenzado las persecuciones hacia la comunidad científica que defiende las ideas que se oponen a lo establecido, y cómo estas persecuciones han afectado a la vida de estos científicos.

Con la C3 el alumnado suele mencionar sobre todo a Darwin. Conviene que aparezcan más como Rachel Carson, Rotblat, Pauling, Einstein y muchos otros, algunos de los cuales son objeto de actividades, para que el alumnado vean que el caso de Galileo no corresponde a una actitud que se corresponde a

una época antigua y que estas situaciones ya no se producen en la época que vivimos, sino que el trabajo científico y sobre todo el estudio de determinadas áreas de investigación van asociadas a controversias sociales, y que en la actualidad esas controversias existen, y por supuesto que ellos sean conocedores de cuáles son.

Con la C4 lo que se busca es conocer cuáles son las relaciones de la mecánica a la comprensión del mundo que los rodea, así, se trabaja que las leyes de Newton son aplicables a sistemas de referencia inerciales, es decir aquellos que se mueven a velocidad constante, y cuando la velocidad de los cuerpos es menor a la velocidad de la luz, por lo que ya podemos entender que la mayoría de los movimientos que nos rodea pueden ser explicados con la mecánica de Newton, pero en nuestro caso se explicó que con la mecánica de Newton se explica por qué la Luna permanece siempre en el “mismo” lugar, por qué en un autobús o coche cuando se produce un frenazo brusco, “te vas hacia delante”, por qué motivo cuando subes las escaleras, si la fuerza es hacia el suelo tu cuerpo sube: También hablamos de las aplicaciones en aeronáutica, etc.

Esta actividad fue adaptada a 4º de ESO introduciendo conceptos de mecánica correspondientes a lo trabajado en el currículo de este curso. Por eso, las actividades son las mismas lo único que varía es la complejidad que se busca, tanto en el texto proporcionado como en las respuestas de los alumnos y alumnas. En la *Tabla 5.6* se ofrece el texto de la actividad.

## *Galileo y la revolución científica del XVII*

*C.O. ¿Qué es y qué supuso la revolución científica del siglo XVII? Lee el texto siguiente.*

Otra gran contribución al nuevo modelo fueron las observaciones astronómicas de Galileo (1564-1642) publicadas en latín en el libro "*Sidereus Nuncius*" (*El mensajero celestial*, 1610). En él expone como el telescopio que él mismo construyó le permitió observar la existencia de cráteres y montañas en la Luna, descubrir satélites de Júpiter y observar que las estrellas fijas siguen siendo puntuales como a simple vista. Estas observaciones supusieron un importante apoyo a la teoría heliocéntrica porque muestran que los cuerpos celestes no aparecían como perfectos e inmutables, que no todos giraban en torno a la Tierra y que las estrellas se encuentran muy alejadas. Al publicarlas Galileo, fue advertido por la Inquisición, que le prohibió publicar sobre dicho tema.



*La abjuración de Galileo Galilei ante el Santo Oficio el 22 de junio de 1633, según un cuadro del siglo XIX pintado por Joseph-Nicolas Robert-Fleury.*

Años después, ya en Florencia, pensando que la coyuntura era favorable, porque había sido designado papa su amigo el cardenal Barberini, amplía los argumentos en favor del sistema copernicano en su gran obra *"Diálogo sobre los dos grandes sistemas del mundo"* (1632). Este libro nos permite entender que los objetos son atraídos por la Tierra y, por tanto, no son despedidos; que los cuerpos que caen verticalmente llevan la velocidad de la Tierra y, en consecuencia, no se alejan de la vertical; y que las estrellas se encuentran a una distancia prácticamente infinita lo cual justifica la ausencia de paralaje. Pero, de hecho, en aquella época, no existía ninguna observación o experimento "crucial", que pudiera explicarse solo por una teoría. Hubo que esperar al descubrimiento de las aberraciones estelares o al experimento del péndulo de Foucault.

Como esta obra no se publica en latín, lenguaje de la iglesia, la cultura y la ciencia, sino en italiano y en forma de diálogo, entre tres personajes (Salviati, defensor de las ideas de Galileo; Simplicio, defensor de las ideas geocéntricas y Sagredo, que actúa de árbitro entre los dos) y con un carácter muy divulgativo, que aún la hace legible en la actualidad, consiguió hacer sus ideas accesibles a la sociedad. Por ello, se inicia una auténtica persecución contra él, pese a su edad avanzada. Fue juzgado por la Inquisición, amenazado con tortura y obligado a renunciar de sus ideas, cosa que Galileo hizo para salvar su vida sabiendo que, años atrás, en 1600, Giordano Bruno, había sido sometido quemado en la hoguera.

La abjuración de Galileo fue leída públicamente en todas las iglesias de Italia, siendo condenado a permanecer confinado hasta su muerte (que tuvo lugar en 1642) en una villa en el campo. En este encierro escribió *"Discursos y demostraciones sobre dos nuevas ciencias pertenecientes a la mecánica y el movimiento global"* que se publicó en Holanda.

Las contribuciones de Galileo al estudio del movimiento son considerables. Estableció la ley de inercia (o primer principio de la dinámica según

Newton) al observar el movimiento de una esfera por un plano horizontal y “*exquisitamente pulimentado*” (sin rozamiento), supuso que, si ese plano “*fuese indefinido, el movimiento sobre él no tendría fin, esto es, sería perpetuo*”. Cuestionaba así la afirmación de Aristóteles de que es necesaria una fuerza para producir un movimiento.

Estudió la caída libre afirmando que dos cuerpos de distinto peso (y la misma forma) caen en tiempos prácticamente iguales, criticando así la proporción entre velocidad de caída y peso del cuerpo establecida por Aristóteles. Estableció que el movimiento de un cuerpo en caída libre o rodando por un plano inclinado es uniformemente acelerado, es decir, con incrementos iguales de velocidad en tiempos iguales, y lo comprueba experimentalmente con un plano inclinado que, al reducir la velocidad de caída, permite medir tiempos. Trató el movimiento de proyectiles y demostró que la trayectoria es parabólica basándose en la descomposición o análisis del movimiento complejo en dos más simples: uno horizontal con velocidad constante y otro vertical de caída libre.

Por último, al comparar el movimiento de objetos en barcos en movimiento rectilíneo uniforme (MRU) y en tierra encontró que los fenómenos mecánicos (y, en consecuencia, sus leyes) no se modifican al referirlas a un sistema de referencia en reposo o a otro que se mueva con MRU (sistemas de referencia inerciales. Este enunciado se conoce como “principio de relatividad de Galileo”.

Por último, hay que señalar que los libros de Galileo habían sido incluidos en el “Índice” (donde permanecieron junto al de Copérnico y otro de Kepler hasta 1835). Cabe señalar que esta condena de las teorías de Galileo se ha prolongado varios siglos, hasta muy recientemente. El Vaticano no anunció hasta 1968 la conveniencia de anularla y sólo la hizo efectiva en 1992.

*C1) ¿Qué sugieren las palabras de Galileo sobre la financiación de la ciencia?*

C2) Busca información sobre otros científicos que contribuyeron a cuestionar el sistema geocéntrico.

C3) ¿Qué argumentos se utilizaron contra el modelo heliocéntrico?

C4) ¿Conoces otros científicos que hayan sido objeto de persecución en fechas recientes?

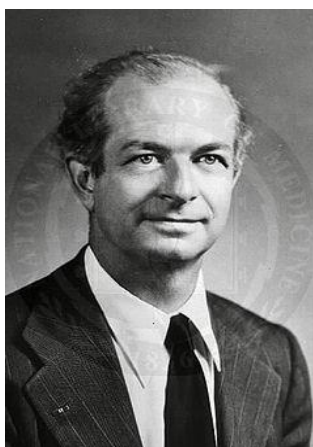
C5) Señala aplicaciones de la mecánica desarrollada por Galileo y Newton.

*Tabla 5.6. Texto y Cuestiones de la actividad “Galileo y la revolución científica del XVII” trabajada en 4º de ESO”.*

Como las actividades son las mismas, los comentarios a estas actividades ya se han expuesto anteriormente.

La siguiente actividad muestra la actividad pacifista de muchos de los científicos y científicas de principios del siglo XX. Se muestra en la *Tabla 5.7*.

### ***Linus Carl Pauling y la estructura de la materia***



El químico norteamericano Linus Carl Pauling nació en Portland (Oregón), en el año 1901, y murió en 1994. Estudió en el Instituto Tecnológico de California



y durante los años 1922-1927 viajó a Europa (Múnich, Copenhague y Zúrich), donde se relacionó con la vanguardia de la química y la física (Schrödinger, Bohr...).

Al volver a los EE.UU. fue director del Caltech, y de la prestigiosa American Chemical Society (1949). Introdujo la mecánica cuántica en la química atómica y elaboró una teoría del enlace químico que refleja en su obra *La naturaleza del enlace químico* (1939) de referencia imprescindible. También publicó una *Química general*, en el año 1947, muy remarcable. Sugirió la posibilidad de que las moléculas proteicas tuvieran una estructura helicoidal, adelantándose a los descubrimientos que hicieron Watson y Crick en el ADN, y contribuyó al estudio de la hemoglobina anómala que deforma los glóbulos rojos y provoca la enfermedad conocida como la anemia falciforme. En el año 1945 fue galardonado con el Premio Nobel de Química. Pero, además de sus inestimables contribuciones al conocimiento de la estructura molecular, destaca su personalidad afable y su feroz y comprometida oposición al despliegue de la guerra atómica, por lo que organizó numerosas campañas contra los experimentos nucleares. En el año 1952 fue víctima de la persecución iniciada por McCarthy contra intelectuales acusados de antipatriotas y le fue retirado el pasaporte. En plena guerra fría, en el año 1958, ¡publicó No More War! Eso le convirtió en una de las pocas personas que volvió a recibir un Premio Nobel, ahora en un ámbito diferente, el de la Paz de 1963.

*C1) ¿Que contribuciones se derivan de los trabajos de Pauling sobre la estructura de las moléculas para las ciencias biomédicas?*

*C2) Buscad información sobre científicos y científicas que hayan adoptado posturas pacifistas como la de Pauling y sobre otros que hayan colaborado abiertamente en la carrera armamentística.*

*C3) Nombrad otros casos que conozcáis de persecución de científicos y científicas por motivos ideológicos.*

*C4) Buscad información sobre otros científicos y científicas que hayan ganado*

*dos veces el Premio Nobel.*

*Tabla 5.7. Texto y Cuestiones de la actividad “Linus Carl Pauling”*

La primera de las cuestiones (C1) es la que muestra la conexión entre el tema trabajado en el currículo con su vida cotidiana, y de esta manera poder conectar los temas trabajados en el aula con su vida diaria.

Con la segunda y la tercera cuestión (C2 y C3) lo que se consigue es relacionar con las actividades trabajadas anteriormente y mostrar que esa actitud no es una actitud aislada de Pauling, sino que esta actitud ante determinadas controversias sociales se repite.

La cuarta cuestión (C4) sirve de introducción a la siguiente actividad que se planeó con el alumnado que era de la relativa al Isótopos radiactivos e Irene Joliot Curie. Los estudiantes buscan información acerca de los científicos y científicas que han obtenido dos premios Nobel y son: Frederick Sanger, Linus Pauling, John Bardeen y Marie Curie.

La siguiente actividad, “**Joseph Rotblat y la Física médica**” continúa mostrando la posición tomada ante determinadas cuestiones sociales, y como este posicionamiento afecta la vida de la persona en cuestión. El desarrollo de esta se muestra en la *Tabla 5.8*.

### ***Joseph Rotblat y la Física médica***



Joseph Rotblat fue uno de los grandes personajes del siglo XX. Fue un hombre de ciencia y de paz. Nació en Varsovia (Polonia) en 1908, estudió Física en su Universidad licenciándose en 1932 y doctorándose en 1938. Se trasladó a la Universidad de Liverpool en 1939 para continuar sus trabajos de investigación en Física Nuclear.

Durante la Segunda Guerra Mundial inició los trabajos sobre la bomba atómica en la Universidad de Liverpool, y más tarde se unió al Proyecto Manhattan en Los Álamos.

Cuando quedó claro que Alemania no estaba elaborando esa arma, él dimitió del proyecto, con lo que fue el único científico que lo hizo antes de que la bomba fuera probada. Joseph concluyó que no había razón de continuar el trabajo en crear tal artefacto. Para él, había solamente una razón para crear un arma atómica, y sería para disuadir a Alemania de usar tal arma. Si los alemanes no iban a tener un arma atómica, entonces no había razón para que los aliados la tuvieran.

Por motivos de conciencia en contra de la carrera de armas nucleares decidió cambiar su actividad hacia la Física Médica. Ha sido desde 1950 hasta 1976 profesor de Física en el Hospital de St. Bartholomew de la Universidad de Londres, con trabajos pioneros en física de la radiación en radioterapia con acelerador lineal, radiología y radiobiología.

Su otra gran actividad que ha marcado profundamente su biografía ha dedicado todos sus esfuerzos a evitar el peligro planteado por las armas nucleares, trabajando con la conferencia de Pugwash sobre Asuntos de la Ciencia y del Mundo, organización que él ayudó a establecer, y con la cual comparte el premio Nobel de la Paz.

Comenzó su discurso de aceptación del premio Nobel diciendo, “en este acontecimiento trascendental en mi vida... deseo hablar como científico, pero también como humano. Desde muy joven sentí una pasión por la ciencia. Pero la ciencia, el supremo ejercicio del intelecto humano, quedó ligada siempre en mi mente como un beneficio para la humanidad. Vi a la ciencia como

una forma de estar en armonía con la humanidad. Nunca imaginé que pasaría la segunda mitad de mi vida esforzándome por evitar un peligro mortal para la humanidad creado por la ciencia.”

*C1) ¿Qué opinas de que se le otorgue a un científico, que comenzó el estudio de la bomba atómica, el premio Nobel de la paz? ¿Es una contradicción?*

*C2) Busca información la Conferencia Pugwash ¿Cuál ha sido su papel? ¿Qué otros científicos relevantes formaron parte de esta?*

*Tabla 5.8. Texto y Cuestiones de la actividad “Joseph Rotblat y la Física médica”*

Con estas dos cuestiones se intenta trabajar con ellos las concepciones que mostraban en los cuestionarios pre y control, y cuál ha sido la idea de la creación y aplicación de las armas por parte de los científicos para, de esta manera, poder romper con las ideas deformadas y mostrar la actividad pacifista de muchos de los científicos implicados en el estudio de la energía atómica.

Dentro de la visión del alumnado sobre la ciencia, como ya hemos explicado, se incluye la idea de que ésta es la causante de la contaminación, por lo que en las actividades que se van a trabajar a continuación se muestran que el conocimiento científico es aplicado al desarrollo de la sostenibilidad en nuestro planeta, se trabajaron dos actividades relacionadas, **“Consumo de energía en el mundo”** mostrada en la *Tabla 5.9*, corresponde a un análisis de cuál es en la actualidad el consumo energético de la sociedad, de manera que el alumnado sea capaz de realizar una crítica de la demanda de consumo energético. Esta actividad se ha trabajado en todos los cursos ya que, los contenidos trabajado, se encuentran en el currículo de todos ellos, y la complejidad de los contenidos trabajados puede ser abordado por cualquiera de los cursos.

### *Consumo de energía en el mundo*

La energía es una de las necesidades humanas más acuciantes de la actualidad. Esto es debido a que el consumo de energía ha ido en aumento constante por dos razones, por el crecimiento de población y por el incremento de energía consumida por habitante. Así en la sociedad cazadora una persona consumía 20.000 J/día, en las primeras sociedades agricultoras 50.000 J/día. En la sociedad industrial europea, hacia 1870, 280.000 J/día y un norteamericano medio de 1970, unos 1.000.000 J/día. También ha ido variando el tipo de energía consumida mayoritariamente: en la antigüedad la leña, durante la revolución industrial, el carbón y, en la actualidad, el petróleo.

En cuanto a los tipos de energía consumida en el mundo, en 1994 las dominantes eran las no renovables, un 82%, distribuidas: en petróleo (36%); carbón (25%); gas natural (17%) y nuclear (4%). Las energías renovables aportaban un 18% de la energía primaria (un 11% corresponde a la leña, un 6% a la hidráulica y el 1% restante corresponde a energía solar -térmica y fotovoltaica-, energía eólica, etc.). En 2001, las dominantes siguen siendo las no renovables (un 86'3% del total). Éstas se distribuyen en: petróleo (35,1%, 332 EJ,  $1 \text{ EJ} = 10^{18} \text{ J}$ ), carbón (22,6%, 94 EJ), gas natural (21,7%, 91 EJ) y nuclear (6'9%, 29 EJ). Las energías renovables aportan un 13,7% (57 EJ) de la energía primaria: un 9,3% (39 EJ) corresponde a la biomasa, un 2'3% (9 EJ) a la hidráulica y el 2'2% (9 EJ) restante a las nuevas renovables (solar -térmica y fotovoltaica-, la eólica, etc.) (Sapiña, 2005)

En el año 2015, el consumo de energía primaria en el mundo era de 9,6% en Energías renovables, 32,9% de Petróleo, 29,2% de Carbón, 23,8% de gas natural y el 4, 4% de energía nuclear **Fuente especificada no válida.**, lo que no supone grandes cambios en más de 20 años.

Sin embargo, las cifras de consumo revelan que los 270 millones de norteamericanos consumen tanta energía -en un 80% de origen fósil- como los 3600 millones de habitantes de África, América del Sur y Asia. Así, en el año

1994 un habitante de los EE. UU. consumía por año 8 TEP, uno de la Unión europea 3.7 TEP, uno de España, 2.4 TEP, uno de la India 0.2 TEP (Tonelada equivalente de petróleo es la energía obtenida por la combustión de una tonelada (1000 kg) de petróleo.  $1 \text{ TEP} = 4.18 \cdot 10^{10} \text{ J}$ ).

También hay grandes diferencias entre el mundo desarrollado y el tercer mundo en cuanto a los porcentajes de energía consumida. Un 30% de la humanidad (1700 millones de personas) queda excluida de cualquier forma de energía que no sea la que proporciona la biomasa (leña, sobre todo). Hay 2400 millones de personas que no tienen acceso a la electricidad. Por ello, en los porcentajes de consumo de energía primaria en el tercer mundo, la biomasa representa el 35% del total, el petróleo el 26%, el carbón el 25%, el gas natural el 8%, etc. Por el contrario, en la UE el consumo de energía renovables solo representa el 5.38% (biomasa el 3.25%, hidroeléctrica el 1.91%)

*C.1 ¿Cómo está evolucionando el consumo de energía?*

*C.2. Valora críticamente la distribución del consumo mundial de energía*

*C.3. ¿Cuáles son las posibles soluciones a los problemas vistos en el texto anterior producidos por la obtención y consumo mundial de energía?*

*Tabla 5.9. Texto y Cuestiones de la actividad “Consumo de energía en el mundo”.*

Con las cuestiones C1 y C2 se busca, por una parte, que el alumno o alumna sea capaz de hacer una reflexión tanto sobre el consumo de energía, como sobre las causas de su aumento. Mientras que, por otra, nos interesa difundir estos datos ya que son desconocidos para la mayoría de ellos y ellas. De manera que, una vez conocido el problema, con la C3, se pasa a que intenten buscar soluciones.

Una vez analizado el problema de la necesidad energética de nuestra sociedad, se les propone trabajar uno de los problemas asociados a este consumo energético: “**El efecto invernadero**”. Al igual que ocurría con la actividad anterior, ha sido trabajada en todos los cursos, pero con dos versiones: una para 2º y 3º de la ESO (mostrada en la *Tabla 5.10*) y otra para 4º de la ESO (mostrada en la *Tabla 5.11*).

### ***Efecto invernadero***

Es fácil producir calor efectuando un trabajo, por ejemplo, por frotamiento como demostró Thomson. Ahora bien, obtener trabajo del calor es más difícil y esto no fue posible hasta la construcción y utilización de las primeras máquinas térmicas,

Hay muchos antecedentes de la máquina de vapor, como la de Porta, Papin y Savery, pero la primera máquina de vapor que funcionó con éxito a partir de 1712 fue la de Newcomen (1664-1729), en la que el retorno del pistón era debido a la presión atmosférica y se utilizaba sobre todo para extraer agua de las minas.

La realización de una máquina eficaz, accionada completamente por vapor, fue obra de James Watt (1736-1819) que, al reparar una máquina de Newcomen, tuvo en 1765 la idea de introducir el condensador separado que permanecía frío. Básicamente la máquina constaba de una caldera, cuyo vapor entra en un cilindro metálico y empuja el pistón hacia fuera. El pistón está conectado a una rueda por una biela que transforma el movimiento alternativo del pistón en movimiento circular. Cuando el pistón alcanza la posición más alejada, se cierra la válvula de entrada, abriéndose la de salida. La inercia de la rueda hace que el pistón se mueva y que el vapor salga por la otra válvula hacia el condensador y la caldera.



Máquina de vapor de Watt, expuesta en el vestíbulo de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid.

Las máquinas de vapor tienen aplicaciones en trenes y barcos, en la maquinaria textil, en la metalurgia y en la industria en general. Estas innovaciones técnicas posibilitaron la primera revolución industrial (1760-1870). En ésta los inventos técnicos no fueron obra de científicos, sino de artesanos que estaban al corriente de los procedimientos técnicos en uso y que conocían por la práctica el problema que había de resolverse. Así, Newcomen era herrero y Watt era constructor de instrumentos de precisión. En resumen, la construcción y utilización de máquinas térmicas es previa al desarrollo de la Termodinámica; las técnicas siderúrgicas, de blanqueo y tinte de tejidos son anteriores a la Química. Pero a su vez plantean problemas cuya solución contribuyó al desarrollo de esas ciencias.

En 1824 el joven ingeniero Sadi Carnot (1796-1832) inició el análisis de las máquinas de vapor en su libro *“Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego y sobre las máquinas apropiadas para desarrollar esta potencia”* donde se plantea la pregunta de cuál es el máximo rendimiento de una máquina térmica. Así aparece una nueva rama de la ciencia llamada Termodinámica y que fue un estímulo para la invención de toda una nueva familia de máquinas térmicas, los motores de combustión interna. Los alemanes fueron los pioneros de estos desarrollos: el motor a gas de Otto (1876), el motor de gasolina de Daimler



(1882) y Benz (1893), el motor de gasóleo de Diesel (1892). Todo esto estimula la utilización de una nueva fuente energética, el petróleo y sus derivados, aunque el carbón siga siendo la fuente dominante (el 96% en 1900).

Por eso, en este siglo las máquinas térmicas siguen jugando un papel determinante. Una turbina de vapor también es una máquina térmica y en la actualidad la mayor parte de la electricidad se genera utilizándolas. Por último, los frigoríficos y acondicionadores de aire son máquinas térmicas, aunque con principios de funcionamiento opuestos.

*C.1 ¿Qué importancia tiene para nuestra sociedad la producción de trabajo a partir del calor?*

*C.2 ¿Hasta qué punto ha influido la ciencia en estos desarrollos? O, en otras palabras, ¿qué desarrollos se producen en primer lugar; los científicos o los tecnológicos? ¿Ha cambiado esa situación en la actualidad?*

*C.3 ¿A qué puede ser debido el incremento de la temperatura media de la Tierra desde 1800?*

*C.4 ¿Cómo se explica la contribución del CO<sub>2</sub> al cambio climático? ¿Cuáles pueden ser las consecuencias del incremento del efecto invernadero?*

*C.5 La opinión pública suele atribuir la responsabilidad del cambio climático, y de la contaminación en general, a la ciencia y la técnica. ¿Quiénes piensas que son los principales responsables? ¿Cuál ha sido la actitud de la mayoría de los científicos y científicas?*

*Tabla 5.10. Texto y Cuestiones de la actividad “Efecto invernadero” destinada a alumnado de 2º y 3º de la ESO.*

Con la C1 se busca la conexión del estudio de la energía en el aula con su vida cotidiana, mientras que con la C2, se busca conectar a la ciencia con

el desarrollo de estos conceptos que después permiten aplicarse en la sociedad. Se trata de poner de manifiesto la forma en la que las necesidades de la sociedad son resueltas por la ciencia, y como en ocasiones éstas son resueltas por colectivos que necesariamente no tienen conocimientos científicos como artesanos, etc.

Con la tercera cuestión, C4, dejamos de estudiar cómo se ha producido el avance histórico de las máquinas para comenzar a estudiar cómo el impacto de las actividades de la sociedad repercute en el medio ambiente.

Por último, con la cuestión C5 se aborda uno de los problemas actuales, el efecto invernadero, su origen y las consecuencias, para después analizar dónde recae la responsabilidad de este problema medioambiental y, de esta manera, romper con la idea de que es el avance científico y tecnológico el que provoca los problemas medioambientales.

Y la actividad trabajada en 4º de ESO fue la que se muestra a continuación que tiene las mismas cuestiones, aunque el texto, así como las respuestas que se trabajaron en clase son de mayor complejidad adecuadas al curso en el que se ha trabajado.

### ***Efecto invernadero***

Es fácil producir calor efectuando un trabajo -por ejemplo, por frotamiento como demostró Thomson. Ahora bien, obtener trabajo del calor es más difícil y esto no fue posible hasta la construcción y utilización de las primeras máquinas térmicas,

Hay muchos antecedentes de la máquina de vapor, como Porta, Papin y Savery, pero la primera máquina de vapor que funcionó con éxito a partir de

1712 fue la de Newcomen (1664-1729). El retorno del pistón era debido a la presión atmosférica y se utilizaba sobre todo para extraer agua de las minas.

La realización de una máquina eficaz, accionada completamente por vapor, fue obra de James Watt (1736-1819) que, al reparar una máquina de Newcomen, tuvo en 1765 la idea de introducir el condensador separado que permanecía frío. Básicamente la máquina constaba de una caldera, cuyo vapor entra en un cilindro metálico y empuja el pistón hacia fuera. El pistón está conectado a una rueda por una biela que transforma el movimiento alternativo del pistón en movimiento circular. Cuando el pistón alcanza la posición más alejada, se cierra la válvula de entrada, abriéndose la de salida. La inercia de la rueda hace que el pistón se mueva y que el vapor salga por la otra válvula hacia el condensador y la caldera.



Máquina de vapor de Watt, expuesta en el vestíbulo de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid.

Las máquinas de vapor tienen aplicaciones en trenes y barcos, en la maquinaria textil, en la metalurgia y en la industria en general. Estas innovaciones técnicas posibilitaron la primera revolución industrial (1760-1870). En ésta los inventos técnicos no fueron obra de científicos, sino de artesanos que estaban al corriente de los procedimientos técnicos en uso y que conocían por la práctica el problema que había de resolverse. Así, Newcomen era herrero y Watt era constructor de instrumentos de precisión. En resumen, la construcción

y utilización de máquinas térmicas es previa al desarrollo de la Termodinámica; las técnicas siderúrgicas, de blanqueo y tinte de tejidos son anteriores a la Química. Pero a su vez plantean problemas cuya solución contribuyó al desarrollo de esas ciencias.

En 1824 el joven ingeniero Sadi Carnot (1796-1832) inició el análisis de las máquinas de vapor en su libro *“Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego y sobre las máquinas apropiadas para desarrollar esta potencia”* donde se plantea la pregunta de cuál es el máximo rendimiento de una máquina térmica. Utiliza la teoría del calórico y no supone que el calor se convierte en trabajo, sino que el flujo de calórico de un cuerpo caliente a uno frío puede utilizarse para realizar trabajo de un modo parecido a como se aprovecha la caída de agua de un nivel más caliente a uno más frío. Aunque la teoría del calórico fue rechazada posteriormente, alcanzó conclusiones válidas. La primera que existe un rendimiento máximo (el de una máquina ideal reversible) limitado por las temperaturas entre las que funciona y que ese rendimiento teórico no puede superarse con ninguna máquina térmica real. Si tal cosa sucediese se podía utilizar el trabajo excedente para reponer el calórico a la temperatura superior, con lo que se produciría trabajo a partir de nada, lo cual es imposible. Esta imposibilidad de un móvil perpetuo (máquina que produce trabajo sin consumir nada) estaba bastante clara, al menos para las minorías ilustradas, desde que, en 1775, la Academia Real de Ciencias de París decidió no aceptar ninguna memoria dedicada a máquinas de esa clase.

La termodinámica fue un estímulo para la invención de toda una nueva familia de máquinas térmicas, los motores de combustión interna. Los científicos e ingenieros alemanes fueron los pioneros de estos desarrollos: el motor a gas de Otto (1876), el motor de gasolina de Daimler (1882) y Benz (1893), el motor de gasóleo de Diesel (1892). Todo esto estimula la utilización de una nueva fuente energética, el petróleo y sus derivados, aunque el carbón siga siendo la fuente dominante (el 96 % en 1900).

Por eso, en este siglo las máquinas térmicas siguen jugando un papel determinante. Una turbina de vapor también es una máquina térmica y en la actualidad la mayor parte de la electricidad se genera utilizándolas. Por último, los frigoríficos y acondicionadores de aire son máquinas térmicas, aunque con principios de funcionamiento opuestos.

*C.1 ¿Qué importancia tiene para nuestra sociedad la producción de trabajo a partir del calor?*

*C.2 ¿Hasta qué punto ha influido la ciencia en estos desarrollos? O, en otras palabras, ¿qué desarrollos se producen en primer lugar; los científicos o los tecnológicos? ¿Ha cambiado esa situación en la actualidad?*

*C.3 ¿A qué puede ser debido el incremento de la temperatura media de la Tierra desde 1800?*

*C.4 ¿Cómo se explica la contribución del CO<sub>2</sub> al cambio climático? ¿Cuáles pueden ser las consecuencias del incremento del efecto invernadero?*

*C.5 La opinión pública suele atribuir la responsabilidad del cambio climático, y de la contaminación en general, a la ciencia y la técnica. ¿Quiénes piensas que son los principales responsables? ¿Cuál ha sido la actitud de la mayoría de los científicos?*

*Tabla 5.11. Texto y Cuestiones de la actividad “Efecto invernadero” destinada a alumnado de 4º de la ESO.*

Las cuestiones trabajadas son las mismas que en 2º y 3º por lo que los objetivos de la actividad son los mismos nombrados anteriormente.

### **5.1.2. Actividades para trabajar contribuciones sociales.**

Una de las cuestiones que más se nombraron tanto en el caso del alumnado como en el del profesorado en la primera parte de la investigación es que

el primero debe de establecer nexos de unión entre la asignatura y su vida cotidiana, así como la necesidad de que se muestren las contribuciones del trabajo de la ciencia en el alumnado. Por lo que, la siguiente actividad “**Mario Molina y ciclo del ozono**”. (expuesta en la *Tabla 5.12*) continúa abordando temas relacionados con el medio ambiente. Además de trabajar temas de sostenibilidad, también se trabaja la idea preconcebida de que los científicos tienen unas características dadas, hombre blanco, que trabaja aislado en el laboratorio, etc. Y, para ello, se presenta otro modelo: un hombre hispanoparlante que recibe el premio Nobel.

*Mario Molina, CFC y ciclo del ozono*



Mario Molina nació en Méjico en 1943, se licenció como ingeniero químico en 1965, y se doctoró en Física-Química en 1972 por la Universidad de Cafornia en Berkeley.

Profesor de la Universidad de California en Irvine desde 1973 al 82, se trasladó ese año al laboratorio de Jet Propulsion de Caltech donde trabajó hasta 1989. Desde entonces, es profesor en el Instituto de Tecnología de Massachussets (MIT).

Comenzó su estudio sobre el destino de ciertos productos químicos industriales muy inertes —los clorofluorocarbonos (CFCs) — que se habían estado acumulando en la atmósfera, y que no parecían tener para entonces ningún efecto significativo en el medio ambiente. Su publicación en 1974 en la revista *Nature* de los resultados de sus trabajos sobre el efecto de los compuestos clorofluorocarbonados que se usaban en los espráis sobre la capa de ozono iniciaron una profunda transformación social.

Los compuestos clorofluorocarbonados como el  $\text{CFCl}_3$  y  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$  (denominados, en general, como freones, CFC), inventados por Thomas Midgley (qué también invento el aditivo de Pb para la gasolina), son utilizados extensamente como disolventes en circuitos electrónicos integrados, en aerosoles y como refrigerantes en los frigoríficos. Los CFC se descomponen fotoquímicamente dando átomos de cloro, que catalizan la destrucción de ozono mucho mejor que los óxidos de nitrógeno. Una vez vertidos en la atmósfera los CFC tardan 10 y 15 años en llegar a la estratosfera (velocidad de difusión lenta) y tienen una vida media que supera los 100 años, es decir, el efecto de estos vertidos se produce con retraso, pero podría compararse con el de una bomba con efecto retardado, pues tal es su repercusión: una sola molécula de CFC destruye 100.000 moléculas de ozono.

Fue premio Nobel de Química en 1995, junto a su compañero de investigación Sherry Rowland, por su trabajo en química atmosférica, muy especialmente sus estudios sobre el ciclo de formación y descomposición del ozono, lo que ha facilitado la comprensión del efecto de las conductas humanas sobre la capa de ozono en la estratosfera. Convirtiéndose en el primer ciudadano mejicano en recibir el premio Nobel de química.

Sus investigaciones y publicaciones sobre el tema condujeron al Protocolo de Montreal de las Naciones Unidas, el primer tratado internacional que ha enfrentado con efectividad un problema medioambiental de escala global y de origen antropogénico.

*C1) Busca información sobre el papel que juega la capa de ozono en el origen y preservación de la vida.*

*C2) ¿Cómo protege el O<sub>3</sub> de las radiaciones UV?*

*C3) ¿Qué efectos tienen los CFC y qué consecuencias sobre el medio ambiente y la salud? señalar qué medidas se pueden tomar para resolver el problema.*

*C4) Busca información sobre los premios Nobel concedidos a temas ambientales o a hispanohablantes. ¿Por qué sucede esto?*

*C5) ¿Qué es el protocolo de Montreal de las Naciones Unidas?*

*Tabla 5.12. Texto y Cuestiones de la actividad “Mario Molina, CFC y ciclo del ozono”.*

Las dos primeras cuestiones, C1 y C2, sirven para conectar el currículo con la actividad propuesta, mientras que la C3, busca poner de manifiesto en manos de quien está el uso de los CFC si de los científicos y científicas o de la sociedad.

Con la cuestión cuatro, C4, buscamos que los estudiantes rompan su idea estereotipada de los científicos.

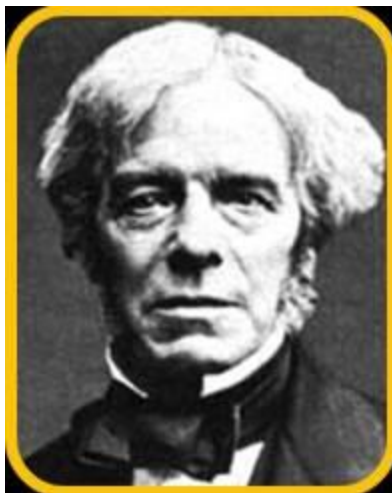
La última cuestión, C5, busca que los alumnos y alumnas conozcan las diferentes organizaciones a nivel internacional que buscan dar soluciones a los problemas planteados en la sociedad y como éstas toman sus decisiones basándose en las investigaciones realizadas por científicos y científicas, preocupados por el cuidado medioambiental del planeta.

La siguiente actividad (ver *Tabla 5.13*) continúa buscando la ruptura de la imagen estereotipada del alumnado hacia los científicos, mostrando el trabajo de un científico sin formación secundaria capaz de revolucionar el mundo de la Física, “**Michael Faraday, científico autodidacta**”, por lo que se intenta



transmitir la idea de que es posible la comprensión y aprendizaje de la asignatura sin un alto dominio del formalismo matemático.

*Michel Faraday, científico autodidacta*



Nació en Londres el 22 de septiembre de 1791 y murió el 25 de agosto de 1867. Fue un físico y químico inglés, que estudió de forma determinante el electromagnetismo y la electroquímica. Demostró que los fenómenos magnéticos y eléctricos están relacionados, fundamento de transformadores, motores y generadores (entre otros).

Hijo de un herrero y con estudios de educación elemental, ya que no tuvo oportunidad de enseñanza de mayor nivel, entró a los 13 años a trabajar de aprendiz con un encuadernador de Londres. Durante los 7 años que pasó allí leyó libros de temas científicos y realizó experimentos en el campo de la electricidad, desarrollando un agudo interés por la ciencia que ya no le abandonaron.

En 1812 Davy recibió una solicitud de trabajo de Faraday. Fue contratado como asistente de laboratorio en 1813, comenzando así una ilustre carrera en la Royal Institution, que duró hasta su retiro, en 1861. De asistente pasó a reemplazante temporal de Davy, y finalmente fue su sucesor.

Empezó su vida profesional a los 21 años, como químico; descubrió algunos compuestos orgánicos, el benceno entre ellos. El paso a la física lo dio al poner en claro la electroquímica. A continuación, se dedicó a realizar una serie de grandes descubrimientos en los campos de la electricidad y el magnetismo:

- descubrió la ley (que lleva su nombre) de la inducción,
- fue el primero en producir una corriente eléctrica a partir de un campo magnético
- inventó el motor eléctrico y la dinamo.
- demostró que hay una relación entre electricidad y enlace químico.
- descubrió el efecto del magnetismo en la luz.

Y todo esto sin un doctorado, sin una licenciatura, sin el bachillerato siquiera. Era además analfabeto en lo que se refería a las matemáticas. Escribió sus descubrimientos no con ecuaciones, sino en un claro lenguaje descriptivo, a menudo acompañado por imágenes que explicaban los datos.

Faraday, en primer lugar, pudo realizar sus descubrimientos porque tenía a su disposición dos elementos fundamentales: la batería o pila voltaica, inventada por Volta no muchos años antes, y el galvanómetro, inventado por Ampere hacía poco tiempo. Sin estos aparatos no hubiera podido hacer ningún descubrimiento.

En segundo lugar, Faraday pudo plantearse la pregunta acerca del efecto del magnetismo sobre la electricidad después de que entendió los descubrimientos tanto de Oersted como de Ampere. Si no hubiera conocido éstos, ni Faraday ni ninguna otra persona hubiese podido plantear dicha cuestión.

Divulgó la ciencia de tal forma que hasta los jóvenes sin instrucción la entendían. Pronunció muchas conferencias sobre física y química en la Royal Institution, de Londres, destinadas a la divulgación de la ciencia, sus disertaciones ayudaron a los estudiantes a entender conceptos intrincados.

La familia se mantuvo unida por una fuerte fe religiosa, ya que eran miembros de los Sandemanianos, una forma de la Iglesia Protestante que se había escindido de la Iglesia de Escocia. La influencia religiosa fue importante para Faraday puesto que las teorías, que más tarde desarrolló, estuvieron fuertemente influenciadas por la creencia en la unidad del mundo.

Sus creencias le permitieron resolver sin vacilación alguna un problema moral que todavía hoy sigue confundiendo a muchos científicos. Durante la guerra de Crimea, en la década de 1850, el gobierno británico, le solicitó que encabezara una investigación encaminada a determinar la posibilidad de preparar grandes cantidades de gas tóxico para su empleo como arma química en los campos de batalla. Faraday, consciente de que el proyecto era factible, lo hizo fracasar al negarse rotundamente a tener vinculación alguna con el mismo.

En una obra titulada *La mejora del espíritu*, Michael Faraday escribió los seis principios de su método de trabajo científico:

1) Llevar siempre consigo un pequeño bloc con el fin de tomar notas en cualquier momento;

2) Abundante correspondencia;

3) Tener colaboradores con el fin de intercambiar ideas;

4) Evitar las controversias;

5) Verificar todo lo que le decían;

6) No generalizar precipitadamente, hablar y escribir de la forma más precisa posible

*C1) ¿Cuáles fueron las bases que permitieron a Faraday realizar sus investigaciones?*

*C2) ¿Conoces algún otro científico o científica que se haya negado a la aplicación de la ciencia con fines bélicos?*

C3) *¿Qué aspectos de la biografía de Faraday te han llamado más la atención?*

C4) *Comenta la siguiente cita de Faraday: "El desarrollo de las aplicaciones de las ciencias físicas en los tiempos modernos se ha vuelto tan amplio y tan esencial para el bienestar del hombre, que se debe usar justamente, como ilustración del verdadero carácter de las ciencias puras, como una sección del conocimiento y de la reivindicación que debe tenerse en consideración por parte de los gobiernos, universidades y todos los cuerpos, a los cuales les compete el fomento cuidadoso y la dirección del aprendizaje."*

C5) *¿Qué opinas de los principios de su método de trabajo?*

*Tabla 5.13. Texto y Cuestiones de la actividad "Michel Faraday".*

Con la primera de las cuestiones, C1, se busca que el alumno o alumna vea que lo que lleva a Faraday a plantear sus leyes es la observación y la descripción de los fenómenos descritos, sin necesidad del uso de un elevado formalismo matemático, conectando así con la idea de mostrar que la comprender y aprender ciencia no conlleva el uso de formalismo matemático elevado.

La segunda, C2, conecta con las ideas trabajadas con las actividades anteriores y así proporcionar un hilo conductor y que no parezcan actividades desconectadas entre ellas.

La C3, busca poner de manifiesto su opinión acerca de lo trabajado.

La cuarta cuestión, C4, intenta que sean conscientes de la necesidad de tener unos conocimientos mínimos en ciencias para poder tomar decisiones en su vida cotidiana, repleta de avances tecnológicos y científicos.

La quinta y última, C5, busca la conexión con el método científico, que es un tema transversal que se debe trabajar en todos los cursos en los que se han trabajado las actividades.

La siguiente de las actividades, seguimos trabajando con la idea de cómo la ciencia es capaz de solucionar los problemas que la sociedad plantea, de manera que no la desconecten de su vida real. Así se trabajó la biografía de “**Tim Berners Lee y la world wide web**”, cuyo texto puede consultarse en la *Tabla 5.14*.

### **Tim Berners Lee y la world wide web**

El físico británico Tim Berners-Lee, nacido en 1955, concibió en los años ochenta la idea de un proyecto de hipertexto global, que se convertiría en la World Wide Web. Berners-Lee ideó su programa de hipertexto mientras trabajaba en el CERN y buscaba un sistema que pudiese actualizar la información para los diferentes investigadores que pasaban por el centro. En 1990 creó un prototipo y, en 1991, la Web comenzó a transformar trascendentalmente el antiguo entorno de Internet, logrando que toda la población mundial pueda acceder fácilmente al ciberespacio. Dirige actualmente el World Wide Web Consortium, en el Instituto de Tecnología de Massachussets, en Estados Unidos.

En el año 2002 Tim Berners, Lawrence Roberts, Robert Kahn y Vinton Cerf, ganaron el premio príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica por su contribución pionera al desarrollo de Internet y de la World Wide Web, sin duda uno de los avances tecnológicos más importantes de nuestro tiempo. El jurado subrayó que “el proceso de investigación y desarrollo de Internet ha sido liderado por diferentes personas y equipos que han diseñado y establecido los protocolos, la tecnología de interconexión y los servicios de accesibilidad que han hecho posible que lo que hace sólo unos

años era una utopía. Los trabajos de estos investigadores constituyen un avance al servicio de la humanidad.

En el 2004 Tim Berners-Lee fue nombrado caballero por la reina Isabel de Inglaterra. El padre de la Web recibió el título, en el Palacio de Buckingham, por su "contribución al desarrollo global de Internet". El investigador reaccionó con modestia ante la condecoración y dijo "sólo estuve en el sitio correcto, a la hora señalada", en referencia a su innovador desarrollo.

Es difícil poder estimar la relevancia de la contribución del invento de Berners-Lee. Aún no se sabe hasta dónde pueden llegar futuros desarrollos creados en base a su modelo inicial de Internet. Además, el científico no quiso sacar rédito económico de su invento. En vez de patentarlo y comercializarlo en forma privada, quiso usarlo para expandir el potencial de la Web como medio de libre expresión y colaboración.

*C1) ¿Qué opinión te merece la actitud de Tim Berners Lee de no haber utilizado para su beneficio económico la creación de la Web?*

*C2) ¿Conoces algún ejemplo más de altruismo científico?*

*C3) Busca información en Internet sobre el CERN y los otros premiados Robert Kahn y Cerf, para ver cuáles fueron sus contribuciones.*

*Tabla 5.14. Texto y Cuestiones de la actividad "T.W. Lee y la Web".*

Con las cuestiones C1 y C2, se busca reflejar el altruismo de muchos científicos y científicas a la hora de poner a disposición de la sociedad los avances logrados, consecuencia de sus investigaciones.

Con la cuestión C3 se busca, en primer lugar, que sean conocedores de cuáles son las investigaciones más recientes y, por otra, ver cómo los avances

científicos repercuten en la sociedad y en las diferentes aplicaciones tecnológicas, ya que Robert Kahn y Cerf para mejorar sus comunicaciones dentro del CERN crearon el protocolo TCP/IP, que fue la base para el intercambio de información en internet, mientras que el ejemplo de Kahn que se muestra, también puede servir de ayuda a la hora de romper la idea estereotipada de los científicos.

### **5.1.3. Actividades para trabajar relación género-ciencia.**

Las siguientes actividades busca mostrar algunas científicas que han ayudado a la construcción de algunos campos. Cada una de las actividades, de la misma manera que las anteriores, también buscan trabajar más de un objetivo, y se han llevado a cabo en todas las aulas de la muestra.

La primera de las científicas mostradas en la propuesta es “**Dorothy Crowfoot Hodgking, ¿cómo son las estructuras bioquímicas?**” y se puede ver en la *Tabla 5.15*.

*Dorothy Crowfoot Hodgking, ¿cómo son las estructuras bioquímicas?*



Nació en la ciudad de El Cairo, que en aquellos momentos formaba parte del Imperio Británico y hoy en día es la capital de Egipto. A los cuatro años volvió con su familia al Reino Unido y estudió química en el *Somerville College* de la Universidad de Oxford y se doctoró en la Universidad de Cambridge en 1934, donde se especializó en cristalografía, disciplina de la cual fue profesora en Oxford hasta su retiro en 1977.

Hodgkin fue pionera en la técnica de determinación de estructuras de sustancias de interés bioquímico mediante rayos X. Convirtió la insulina en su proyecto de investigación primaria, iniciando sus investigaciones en 1934 cuando Robert Robinson le ofreció una muestra pequeña de insulina cristalina. La difracción de rayos X en la década de 1930 todavía no estaba suficientemente desarrollada, por la que decidió mejorar la técnica cristalográfica, consiguiendo determinar la estructura tridimensional de las siguientes biomoléculas: el colesterol en 1937, la penicilina en 1945, la vitamina B12 en 1954, la insulina en 1969, así como otra como la de la lactoglobulina, ferritina, y virus del mosaico del tabaco. Posteriormente Hodgkin y sus colaboradores se encaminaron al calciferol o vitamina D2, así como al antibiótico gramicidina.

Fue elegida miembro en la Royal Society en 1947 y en 1964 fue galardonada con el Premio Nobel de Química *por la determinación de la estructura de muchas sustancias biológicas mediante los rayos X*, convirtiéndose en la tercera mujer en conseguir este galardón después de Marie Curie e Irene Joliot-Curie, siendo, además, la primera mujer científica británica en conseguir un galardón en una de las tres ciencias que reconocen los premios Nobel.

En 1965 le fue otorgado el título de la Orden del Mérito, concedida por la reina Isabel II del Reino Unido.



Interesada en el intercambio intelectual entre científicos y preocupada por los problemas que la ciencia ocasionaba a la población, entre 1976 y 1988 fue presidenta de las Conferencias Pugwash de Ciencia y Asuntos Mundiales. Además, fue galardonada con el Premio Lenin por la Paz concedido por el Gobierno Soviético en 1985-1986.

Dorothy ayudó a establecer una de las características de la ciencia moderna: el uso de la estructura molecular para explicar la función biológica. Fue una de las transformadoras de la Química Orgánica. También es recordada como una gran mentora de otras científicas y por su trabajo para lograr las buenas relaciones entre Oriente y Occidente.

*C1) Busca información sobre los rayos X y su papel, tanto las ciencias biológicas como en las médicas.*

*C2) Busca información la Conferencia Pugwash ¿Cuál ha sido su papel? ¿Qué otros científicos relevantes formaron parte de esta?*

*Tabla 5.15. Texto y Cuestiones de la actividad “Dorothy Crowfoot Hodgking, ¿cómo son las estructuras bioquímicas?”.*

La primera de las cuestiones, C1, sirve de unión con el contenido del curso.

En cambio, la segunda, C2, muestra, el posicionamiento de los científicos y científicas en favor de la paz.

La siguiente de las actividades mostradas es “**Los isótopos radioactivos e Irene Joliot Curie**” (ver *Tabla 5.16*). Con esta actividad se presenta otra de las científicas que posee premio Nobel de química que, además de su activismo social en contra del uso de los avances científicos en el desarrollo armamentístico, contribuyó por su lucha feminista para la incorporación de la mujer en la ciencia.

### *Los isótopos radiactivos e Irene Joliot*



Nacida en París, hija mayor de Marie y Pierre Curie, recibió la educación básica en casa. Eugene, el abuelo paterno, fue de gran apoyo en sus primeros años, justamente en el mismo período en el que su madre descubría el polonio y el radio. Al igual que con su padre, el abuelo cultivó en ella el amor por la naturaleza, la poesía y la política radical. Sus progenitores le inculcaron el interés por el deporte y por su autonomía.

En 1914, en medio de la Primera Guerra Mundial, ayudó a su madre, Marie Curie, a instalar unidades de rayos X en hospitales militares y a entrenar al personal. A partir de 1921 inició su investigación. Allí conoció al que sería su compañero de logros, Frederic Joliot, con quien contrajo nupcias en 1926.

A principios de los años veinte, Irene se preguntaba por qué las partículas alfa se desaceleran al cruzar la materia. Esta curiosidad y un estudio sistemático de las radiaciones emitidas por elementos químicos más livianos, llevó a los Joliot-Curie, al descubrimiento de la radioactividad artificial.

Durante 1933-34, la pareja desarrolló el primer isótopo artificial, bombardeando aluminio con partículas alfa para producir un isótopo radioactivo de fósforo. Luego siguieron una serie de isótopos radioactivos indispensables en Medicina, y muy utilizados actualmente en la investigación científica y en la industria moderna.

En 1935 recibe el premio Nobel de Química juntamente con Frederic Joliot-Curie: "En reconocimiento a la síntesis de nuevos elementos radioactivos."

Durante la Segunda Guerra Mundial, Irene escapó a Suiza y luego regresó a París como directora del Instituto de Radio en 1946 y de la Comisión de Energía Atómica Francesa. Al igual que su madre, falleció de leucemia, por las exposiciones prolongadas a la radioactividad.

*C1) ¿Qué papel juegan los isótopos radiactivos en Medicina?*

*C2) ¿Y en otros campos como arqueología, geología, metalurgia y construcción, análisis e investigación química, agricultura, etc.?*

*C3) Busca información sobre Frederic Joliot-Curie. ¿A qué dificultades se enfrentó por su defensa de la paz?*

*Tabla 5.16. Texto y Cuestiones de la actividad "Los isótopos radiactivos e Irene Joliot".*

Las dos primeras cuestiones, C1 y C2, intentan relacionar el contenido del curso con sus aplicaciones en la sociedad. La tercera y última cuestión de la actividad, C3, muestra las controversias sociales a las que muchos científicos y científicas han tenido que posicionarse.

Con la siguiente actividad "**Petite Curie**" (ver *Tabla 5.17*), se les propone conocer otros aspectos que ellos desconocen de la mujer científica más conocida: Marie Curie. Se trabajó en todas las aulas que forman la muestra la actividad.

### ***Petite Curie***

Las bombas alemanas cayeron en París el 2 de septiembre de 1914, alrededor de un mes después de que Alemania declarara la guerra a Francia. En ese momento la construcción del Instituto de Radio ya había finalizado, aunque M. Curie no había trasladado su laboratorio allí. El trabajo del Instituto de Radio

debería esperar tiempos de paz. Pero Marie Curie encontró maneras de utilizar su conocimiento.

Propuso la creación de instalaciones móviles de radiología, que transportaron los aparatos de rayos X al frente de batalla, que ayudaron a los médicos a encontrar balas, metralla y huesos rotos en los soldados heridos. Para ello, convenció al gobierno francés para que instalara los primeros centros militares de radiología de Francia y a las tiendas de automóvil para que transformaran los coches en furgonetas que equipó con material radiológico móvil.

El 31 de octubre de 1914, el primero de los 20 vehículos de radiología que ella equipó estaba listo.



Proponiéndose poner en funcionamiento lo antes posible su Petite Curie y por si existía alguna necesidad, ella aprendió cómo conducir un coche, anatomía, el uso del equipo de radiografía, y mecánica del automóvil.

Como primera ayudante radiológica eligió a su hija Irene. Acompañadas por un doctor militar, la madre y la hija hicieron su primer viaje al frente de batalla en el otoño de 1914. Después de la guerra el gobierno francés reconoció el trabajo de Irene concediéndole una medalla militar.

Madre e hija no podrían utilizar las 20 estaciones móviles de radiografía que ella había establecido, ni las 200 unidades inmóviles. Antes de 1916 Marie comenzó a entrenar a mujeres como ayudantes radiológicas ofreciendo cursos en las técnicas necesarias en el instituto del radio.

C1) Busca información sobre la vida de Marie Curie. ¿Qué dificultades tuvo que superar para poder licenciarse en Físicas? ¿Por qué es tan mundialmente famosa?

C2) Valora su tarea de creación de un servicio radiológico

C3) ¿Qué papel juegan los rayos X en Medicina?

C4) Busca información sobre otros métodos de diagnóstico como la Resonancia Magnética Nuclear o la Tomografía por emisión de positrones.

Tabla 5.17. Texto y Cuestiones de la actividad “Petite Curie”.

Con la primera de las cuestiones, C1, se muestra a los alumnos y alumnas una parte de la vida de Marie Curie que permite romper la idea estereotipada que poseen, y mostrar las dificultades con las que las mujeres tuvieron que enfrentarse.

La segunda, C2, pretende que muestren sus opiniones acerca de su trabajo con el Petite Curie, mientras que las últimas dos buscan conectar con su vida, como los avances tecnológicos y científicos ayudan a la sociedad en la que vivimos.

Con las dos últimas cuestiones, C3 y C4, los objetivos buscados corresponden a que sean capaces de ver cómo los avances científicos mejoran la calidad de vida de la sociedad actual y que, de esta manera, establezcan nexos de unión entre la ciencia y la sociedad.

La siguiente actividad, “**Rachel Carson: Primavera silenciosa**” (ver *Tabla 5.18*), busca los mismos objetivos que las anteriores, y muestra tanto las dificultades de trabajar en ciencias que han tenido las mujeres a lo largo de la historia, como las consecuencias que el posicionamiento ante determinadas cuestiones ha tenido para la vida de algunos científicos.

## *Rachel Carson “Primavera silenciosa”*



Los libros de Rachel Carson contribuyeron a despertar la conciencia ambiental de muchas personas, profesionales de la ciencia y del público en general, de todo el mundo.

En *Primavera silenciosa*, su libro más famoso y galardonado, examinaba con gran y alarmante detalle el deterioro ambiental causado por el uso masivo de pesticidas químicos. En concreto, por el daño del DDT en las poblaciones de aves y la sospecha de provocar cáncer en las personas. Concienciaba y alertaba sobre la necesidad de preservar y mantener nuestro debilitado medio ambiente. Además, cuestionaba el derecho de la sociedad industrial a contaminar su voluntad, sin tener en cuenta los efectos en el medio ambiente.

Su trabajo, que en la industria química y algunas agencias del gobierno de Estados Unidos intentaron descalificar tachándola de alarmista, originó, pocos años después de su publicación, la regulación de la manufactura y del uso de los pesticidas químicos, así como la eliminación de sus residuos. Hacia 1970, el uso del DDT llegó a prohibirse en algunos países industrializados.

Hasta la publicación de su libro poca gente era consciente de que los pesticidas entran en la cadena alimenticia, aumentando su concentración al pasar al pasar de un nivel trófico al siguiente.

*CI) Busca información sobre la biografía de Rachel Carson.*

*C2) ¿Por qué la industria química y algunas agencias del gobierno de Estados Unidos intentaron desacreditar el libro Primavera silenciosa, así como su valía científica?*

*C3) ¿Creéis que hoy día, 40 años después, la industria y los gobiernos siguen haciendo caso omiso a los problemas ambientales denunciados por los movimientos ecologistas?*

*C4) Valorad las contribuciones científicas de Rachel Carson a las ciencias ambientales y su vigencia actual.*

*Tabla 5.18. Texto y Cuestiones de la actividad “Rachel Carson, la primavera silenciosa”.*

La primera cuestión, C1, busca que se muestren las dificultades que tuvo Rachel Carson en su vida. Con la C2 lo que se busca es ver cómo en la toma de decisiones ante determinadas controversias intervienen más de un organismo, y qué influencia tiene cada una de ellas. La C3 conecta con la actualidad, al analizar en la actualidad los distintos elementos y grupos de presión que actualmente influyen en la toma de decisiones y cuáles son las opciones que tienen ellos y ellas como parte integrante de la sociedad. En la cuarta cuestión, C4, analizamos cómo las investigaciones de Rachel Carson se encuentran totalmente aceptadas y utilizadas en la actualidad.

## **5.2. Datos de la muestra de estudiantes y aspectos metodológicos de implementación de la propuesta didáctica.**

Para la evaluación de la propuesta se tomó una muestra durante los cursos 2016-2017 y 2017-2018, de 83 estudiantes de los cuales: 48 fueron de 2º de ESO (25 chicos y 23 chicas); 12 correspondían a 3º de ESO (5 chicos y 7

chicas) y, por último, de 4º de ESO la muestra fue de 23 estudiantes (10 chicos y 13 chicas).

En todos los cursos, la intervención se ha realizado estructurando la clase en pequeños grupos, lo cual favorecen el nivel de participación y la creatividad necesarias para lograr los objetivos propuestos con la realización de las distintas actividades descritas anteriormente.

En esta propuesta lo que buscamos es comprobar que, después del uso de CSC en el aula, la visión, el interés y el pensamiento crítico del alumnado se ve modificado sustancialmente. Para ello se aplicaron los dos cuestionarios al alumnado (A1 y A2) en el inicio del curso.

Los alumnos de 2º y 3º de la ESO no habían estudiado la asignatura aún, ya que fue el año que se implantó la LOMCE, por lo que, en 2º de ESO se estudiaba por primera vez y los alumnos y alumnas que cursaban 3º de ESO también en ese curso también era la primera vez que cursaban la asignatura. En cuanto al alumnado de 4º de ESO eran alumnos y alumnas que se habían elegido la asignatura, y estos resultados corresponden a los resultados pre-test.

Posteriormente, las actividades descritas fueron realizadas durante todo el curso en las unidades didácticas correspondientes y, al finalizar el curso académico, se les volvió a pasar los mismos cuestionarios que el primer día de clase, de manera que estos resultados corresponden con los post-test. Así, fue posible comparar ambos (pre y post) tanto de manera global como ítem a ítem, para ver, en ambos casos, si existían diferencias significativas entre los mismos.



También ha parecido interesante comparar estos resultados con la muestra control de 83 alumnos y alumnas. Así con el grupo pre, se realizó un estudio estadístico para ver que si existían diferencias significativas entre los alumnos pre y el control.

## **CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES PARA CONTRASTAR LA SEGUNDA HIPÓTESIS.**

En este capítulo se van a realizar diferentes pruebas estadísticas al total de los estudiantes que han sido objeto de la muestra. En los siguientes apartados se mostrarán los resultados de las pruebas estadísticas y en el anexo II podrán encontrar los resultados obtenidos haciendo uso del paquete informático el SPSS (versión 23).

Como ya se había indicado en esta investigación se trabaja con dos cuestionarios: el primer cuestionario, A1, está diseñado para analizar aquellas cuestiones relacionadas con el interés del alumnado hacia el estudio de la asignatura; mientras que el segundo de los cuestionarios, A2, está pensado para analizar aquellos temas relacionados con los factores de la imagen de las ciencias que sabemos que podrían aumentar su interés, motivación y pensamiento crítico, así como las cuestiones de género y ciencia.

Lo que se desea es conocer si los cuestionarios siguen una distribución normal o no, y de esta manera, poder realizar las pruebas necesarias para saber si existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos control, pre-test y post-test.

### **6.1. Comparación entre grupos pre-test y post-test.**

En el siguiente apartado se incluyen las respuestas obtenidas por el grupo experimental, es decir aquellos alumnos y alumnas en los que se ha realizado la intervención en el aula.

### 6.1.1. Comparación entre los resultados globales de los grupos pre-test y post -test.

Para poder realizar la comparación entre los grupos el primer paso es comparar la media global de los grupos pre-test y post-test. Debe comprobarse cómo es la distribución de la muestra, si es normal o no, para lo que se utiliza la prueba de Kolmogorov-Smirnov para la muestra pre y el post. Así, una vez realizada, podremos tomar la decisión de qué tipo de pruebas (paramétricas o no paramétricas) podemos llevar a cabo.

Al realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov para la variable que contiene la suma de las respuestas de todos los ítems del pre-test y del post-test de ambos cuestionarios se obtienen los resultados mostrados en la *Tabla 6.4*.

<b>Significación asintótica</b>	<b>PRE</b>	<b>POST</b>
<b>CUESTIONARIO A1</b>	0,001	0,000
<b>CUESTIONARIO A2</b>	0,000	0,000

*Tabla 6.4. Prueba Kolmogorov-Smirnov. Grupo pre-test y post-test*

Como se ve en la *Tabla 6.4* todos los valores de la significación asintótica son menores a 0,05, por lo que se consideran que no siguen una distribución normal, y no se podrán realizar pruebas paramétricas (*Anexo II*). Por ello, realizaremos una prueba no paramétrica para grupos relacionados, en este caso la prueba de Wilcoxon (*Anexo II*).

La media obtenida para las puntuaciones pre-test y post-test, en ambos cuestionarios se encuentran reflejados en la *tabla 6.5*.

<b>Medias</b>	<b>PRE (SD)</b>	<b>POST (SD)</b>	<b>r</b>	<b>Tamaño del efecto</b>
<b>CUESTIONARIO A1</b>	3,42 (1,63)	5,75 (1,75)	0,55	<b>Grande</b>
<b>CUESTIONARIO A2</b>	1,08 (1,5)	8,60 (2,48)	0,77	<b>Grande</b>

*Tabla 6.5. Medias del grupo pre-test y post-test en los cuestionarios A1 y A2.*

Como todos ellos no siguen una distribución normal, deben utilizarse una prueba no paramétrica para grupos relacionados, en este caso la prueba de Wilcoxon (*Anexo II*). Al calcular el estadístico Z, la significación asintótica es “sig.asintót.”= 0,000, menor que 0,05, y por tanto se puede afirmar, que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias globales de los grupos pre y post-test. Esto significa que puede rechazarse la hipótesis nula, lo que indica, previamente al análisis de cada ítem del cuestionario, que se ha producido una mejora estadísticamente significativa al realizar la intervención en el aula.

Una vez analizada la presencia de diferencias estadísticamente significativas entre las respuestas de los alumnos pre-test y post-test es interesante cuantificar esas diferencias para lo cual usaremos el estadístico r (Tabla 6.5). Es un estadístico utilizado para cuantificar las mejoras introducidas en las respuestas de los alumnos y alumnas y que tiene la expresión:

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

Donde:

$Z$ = es el estadístico de la prueba de Wilcoxon o de la U de Mann-Whitney

$N$ = número de alumnos entre el grupo control más pre-test

Este estadístico nos da información, una vez ya conocemos que existen diferencias significativas entre nuestras muestras, si estas diferencias son pequeñas, medianas o grandes en función del valor del estadístico. Así, según los criterios de Cohen y después Rosenthal (1991), si el valor de  $r$  está comprendido entre 0,1 y 0,3, el tamaño del efecto es pequeño; si se encuentra entre 0,3 y 0,5, es mediano; y si el valor es superior a 0,5 es grande.

A la visto de esto, podemos afirmar que en ambos casos existe un efecto *grande* entre las respuestas de los alumnos pre-test y post-test, con lo que se puede concluir que trabajar las actividades con aspectos CSC se han producido diferencias estadísticamente significativas y sus diferencias se pueden considerar grandes.

### **6.1.2. Comparación de los resultados obtenidos en cada ítem de los cuestionarios entre el pre-test y post-test. Contrastes de homogeneidad marginal y tablas de contingencia.**

Para comprobar si existen diferencias estadísticamente significativas en cada uno de los ítems de cada cuestionario del pre y post-test, se calcula diferentes pruebas de homogeneidad marginal. Como todos los ítems de los cuestionarios siguen una distribución no normal, se va a realizar la prueba no paramétrica Stuart-Maxwell. Además, también se realizará un análisis de las tablas de contingencia, ya que muestran una información numérica sobre el número

de alumnos que han empeorado o mejorado en cada uno de los ítems trabajados.

La homogeneidad marginal es un estadístico que permite conocer si existen diferencias significativas en las respuestas entre los alumnos pre-test y post-test. Una vez conocidas si aceptamos o rechazamos la hipótesis nula, y comprobamos que sí existe diferencias estadísticamente significativas, se utiliza la V de Cramer para poder cuantificar estas diferencias y establecer la relación entre ellas.

Se calcula de la siguiente manera:

$$V = \sqrt{\frac{X^2}{N * \text{grados de libertad}}}$$

Donde:  $X^2$  es el estadístico chi cuadrado.

N: número alumnos y alumnas en la muestra control y pre-test.

Grados de libertad en nuestro caso es 2 porque las variables categóricas utilizadas tienen tres niveles: 0, 1 y 2.

Así, aquellos ítems cuyo valor esté comprendido entre 0,07 y 0,21 se considera *pequeño* y, aunque el resultado se considere con diferencias estadísticamente significativas, los resultados sólo tienen una mejora débil. Aquellos que se encuentran entre, 0,21 y 0,35 el resultado se considera *mediano*, y los que obtienen un valor de V de Cramer mayor a 0,35 se considera *grande*

Los resultados con respecto al cuestionario A1 se muestran en la *Tabla 6.6*.

<b>Ítem</b>	<b>Significa- ción Asin- tótica</b>	<b>V de Cramer</b>	<b>Tamaño del efecto</b>
<b>Ítem 1. Valora de 0 a 10 (10 muy interesante, 0 nada interesante) el interés para ti de las siguientes materias de la secundaria</b>	0,000*	0,31	<b>Medio</b>
<b>Ítem 2. ¿Cuáles pueden ser las causas del desinterés hacia la Física y Química?</b>	0,066	-----	-----
<b>Ítem 3. Indicar temas que aumentarían tu interés por la Física y Química</b>	0,000*	0,4	<b>Medio</b>
<b>Ítem 4. Indicar otros factores o actividades que podrían aumentar tu interés hacia la Física y Química</b>	0,000*	0,5	<b>Medio</b>

*Tabla 6.6. Test de Homogeneidad marginal para el Cuestionario A1*

Vemos que en los ítems 1, 3 y 4, sí que existen diferencias significativas entre las respuestas del alumnado pre-test y post-test, por lo que podemos aceptar la hipótesis nula, aceptando de este modo que sí se puede modificar la visión de la asignatura después de la intervención en el aula con el trabajo de CSC.

En el caso del ítem 2 no se puede afirmar que existan diferencias significativas entre las respuestas de los alumnos y alumnas participantes en el pre-test y el post-test, lo que se puede interpretar como que el alumnado pre-test y post-test ha proporcionado respuestas similares.

En la *Tabla 6.6* también se muestra cómo son estas diferencias significativas y el tamaño del efecto, encontrándose así que, en los tres ítems en los que se encuentran diferencias estadísticamente significativas, sus diferencias se consideran medianas.

De igual modo los resultados para l cuestionario A2, se muestran en la *Tabla 6.7*, observándose que existen diferencias significativas en cada uno de los ítems proporcionados por los alumnos del grupo pre-test y post-test, por lo que podemos aceptar la hipótesis nula y afirmar que, si se trabajan CSC en el aula, las respuestas que proporcionan los alumnos y alumnas son estadísticamente diferentes

<b>Ítem</b>	<b>Significación asintótica (<math>\alpha &lt; 0,05</math>)</b>	<b>V de Cramer</b>	<b>Tamaño del efecto</b>
<b>Ítem 1. ¿Qué valores te aporta la enseñanza de la Física y Química?</b>	0,000*	0,60	<b>Grande</b>
<b>Ítem 2. ¿Qué relaciones hay entre la Física y Química y los armamentos?</b>	0,000*	0,63	<b>Grande</b>
<b>Ítem 3. ¿Qué relaciones hay entre la Física y Química y los problemas del medio ambiente?</b>	0,000*	0,58	<b>Mediano</b>
<b>Ítem 4. Da ejemplos de contribuciones de la Fí-</b>	0,000*	0,59	<b>Mediano</b>



<b>sica y Química a la resolución de necesidades humanas.</b>			
<b>Ítem 5. Cita el nombre de científicas que conozcas</b>	0,000*	0,50	<b>Mediano</b>
<b>Ítem 6. ¿Por qué razones se conocen tan pocas?</b>	0,000*	0,45	<b>Mediano</b>

*Tabla 6.7 Test de Homogeneidad marginal del cuestionario A2.*

A continuación, vamos a realizar un análisis más exhaustivo de las respuestas a cada uno de los ítems del Cuestionario A1 y del Cuestionario A2 con las tablas de contingencia.

#### **a) Cuestionario A1**

**Ítem 1. Valora de 0 a 10 (10 muy interesante, 0 nada interesante) el interés para ti de las siguientes materias de la secundaria**

<b>Cuestionario A1 Ítem 1</b>	<b>POST</b>			
<b>PRE</b>		0	1	2
	0	2	19	11
	1	0	12	12
	2	1	1	25

*Tabla 6.8. Tabla de contingencia para el ítem 1 del cuestionario A1.*

A partir de la tabla de contingencia para el ítem 1, *Tabla 6.8*, el triángulo superior derecho nos proporciona el número de estudiantes que han mejorado su respuesta. De este modo, se ve que 42 de los alumnos de la muestra,

modifican su valoración de la asignatura en cuanto al interés que le supone su estudio, considerándola más atractiva.

En cuanto a la diagonal, encontramos que hay 39 alumnos cuyas respuestas no se han modificado. Si lo que analizamos es el triángulo inferior izquierdo se ve que: 2 alumnos no han modificado su valoración; uno la ha empeorado.

En cuanto a respuestas globales, vemos que 80 alumnos, valoran la asignatura por encima de bien, y 48 alumnos valoran la asignatura por encima de notable.

## Ítem 2. ¿Cuáles pueden ser las causas del desinterés hacia la Física y Química?

Cuestionario A1 Ítem 2	POST			
		0	1	2
PRE		0	1	2
	0	6	15	9
	1	12	13	11
	2	4	6	7

Tabla 6.9. Tabla de contingencia para el ítem 2 del cuestionario A1.

Como se ve en la *Tabla 6.9*, el triángulo superior derecho indica el número de alumnos y alumnas que citan o nombran causas por las que creen que la asignatura no les interesa lo que, para la investigación realizada, el hecho de que sepa cuáles son las causas, facilita la toma de decisiones para mejorar su interés. De esta manera, si se sabe qué es lo que hace que no le interese, se

puede actuar sobre ello. También, si después de la intervención en el aula contestan más causas, se puede interpretar que durante la intervención se les ha propuesto temas o actividades que sí les ha motivado. De hecho, en este ítem, 35 de los alumnos y alumnas, que componen la muestra, nombran más de una causa que les hace que no les interese el estudio de la asignatura.

En cambio, el número de alumnos y alumnas que ni han mejorado ni empeorado este ítem son 26.

En cuanto al número de alumnos que empeoran su respuesta es de 22 que, aunque parece numeroso, es necesario destacar dos aspectos: se nombran menos causas por lo que a la hora de categorizar el número asignado es menor, y las que se nombran, se refieren fundamentalmente a la manera de trabajar.

### Ítem 3. Indicar temas que aumentarían tu interés por la Física y Química.

Cuestionario A1 Ítem 3	POST			
		0	1	2
PRE		0	1	2
	0	3	25	13
	1	0	4	27
	2	1	4	6

Tabla 6.10. Tabla de contingencia para el ítem 3 del primer cuestionario

Del mismo modo que en los ítems anteriores, en la *Tabla 6.10*, observamos que el triángulo superior izquierdo (que indica el número de alumnos y alumnas que mejoran), está compuesto, en este caso, por 75; nombran dos o más temas que le harían aumentar su interés. Además, después de la intervención, son capaces de nombrar más temas, lo que podemos relacionar con que

conectan la asignatura con su vida cotidiana, establecen nexos de unión lo que, como ya hemos comentado, es uno de los factores que más pueden hacer que los alumnos y alumnas modifiquen su visión de la asignatura y aumenten el interés por su conocimiento.

Hay 13 de los alumnos cuyas respuestas no se ven modificadas. Por otra parte, encontramos que sólo 5 de los alumnos empeoran sus respuestas.

**Ítem 4. Indicar otros factores o actividades que podrían aumentar tu interés hacia la Física y Química**

Cuestionario A1 Ítem 4	POST			
		0	1	2
PRE		0	1	2
	0	2	6	8
	1	0	15	38
	2	0	5	9

*Tabla 6.11. Tabla de contingencia para el ítem 4 del cuestionario A1.*

De igual modo que en los casos anteriores, en la *Tabla 6.11*, vemos que los estudiantes que han mejorado sus respuestas son 52, por lo que, como se ha dicho en el ítem anterior, han sido capaces de establecer nexos de conexión, y ofrecen información más detallada de los aspectos que se pueden modificar en el trabajo diario en el aula.

Hay 26 alumnos y alumnas que no han modificado sus respuestas, mientras que, en cuanto al número de estudiantes que empeoran sus respuestas son sólo 5.

Ahora se va a proceder del mismo modo con el **cuestionario 2**, las tablas de contingencia ítem a ítem, que nos proporcionan información de las diferencias en las respuestas entre los alumnos del pre-test y el post-test.

### b) Cuestionario A2

#### Ítem 1. ¿Qué valores te aporta la enseñanza de la Física y Química?

Cuestionario A2 Ítem 1	POST			
		0	1	2
PRE		0	1	2
	0	9	26	21
	1	0	14	12
	2	0	0	1

Tabla 6.12. Tabla de contingencia para el ítem 1 del cuestionario A2

En la *Tabla 6.12* vemos que: el número de alumnos y alumnas que mejoran sus respuestas son 59; no han modificado su respuesta 24 de los estudiantes de la muestra; y, además, no hay ningún alumno cuyas respuestas no se consideren `positivas en el post-test.

#### Ítem 2. ¿Qué relaciones hay entre la Física y Química y los armamentos?

Cuestionario A2 Ítem 2	POST			
		0	1	2
PRE		0	1	2
	0	7	49	21
	1	0	1	5

	2	0	0	0
--	---	---	---	---

Tabla 6.13. Tabla de contingencia para el ítem 2 del cuestionario A2.

De la lectura de la *Tabla 6.13* se extrae que: el triángulo superior derecho, 73 estudiantes mejoran su respuesta respecto a este ítem. Por otra parte, al igual que se analizó en el apartado de operativización de la hipótesis, en este caso cuando hablamos de relación con los armamentos, hemos tenido en cuenta tanto aspectos positivos, como negativos.

Además, sólo uno de los alumnos no ha modificado su respuesta. Mientras que, del triángulo inferior izquierdo, se ve que no hay ningún estudiante que empeore su respuesta.

### Ítem 3. ¿Qué relaciones hay entre la Física y Química y los problemas del medio ambiente?

Cuestionario A2 Ítem 3	POST			
			0	1
PRE	0	5	31	42
	1	0	1	4
	2	0	0	0

Tabla 6.14. Tabla de contingencia para el ítem 3 del cuestionario A2.

Del mismo modo que ocurría con el ítem anterior, hemos tenido en cuenta su valoración en positivo. Así, de la lectura de la *Tabla 6.14*, concluimos que: 77 estudiantes cuando hablan de la relación de la asignatura con el medio ambiente lo hacen usando aspectos positivos.

En cambio, en cuanto a los alumnos que han mantenido su respuesta en este caso corresponden a 6, mientras que, en este ítem no hay ningún alumno que empeore su respuesta.

**Ítem 4. Dar ejemplos de contribuciones de la Física y Química a la resolución de necesidades humanas.**

Cuestionario A2 Ítem 4	POST			
		0	1	2
PRE		0	1	2
	0	6	28	40
	1	0	1	3
	2	0	0	5

*Tabla 6.15. Tabla de contingencia para el ítem 4 del cuestionario A2.*

En este ítem, según la *Tabla 6.15*: 71 de los estudiantes, mejoran sus respuestas después de trabajar las actividades propuestas; hay 12 cuyas respuestas no se ven modificadas, después de la intervención en el aula; y ninguno de los alumnos y alumnas empeora sus resultados.

**Ítem 5. Citas científicas que conozcas**

Los resultados respecto a este ítem se muestran en la *Tabla 6.16* y se obtiene que: 75 de los estudiantes citan a más de una científica diferente a Marie Curie; hay 8 de que no modifican su respuesta; y, ninguno o ninguna empeora sus resultados.

<b>Cuestionario A2 Ítem 5</b>	<b>POST</b>			
<b>PRE</b>		0	1	2
	0	6	21	46
	1	0	2	8
	2	0	0	0

*Tabla 6.16. Tabla de contingencia para el ítem 5 del cuestionario A2.*

### **Ítem 6. ¿Por qué razones se conocen tan pocas?**

<b>Cuestionario A2 Ítem 6</b>	<b>POST</b>			
<b>PRE</b>		0	1	2
	0	7	20	29
	1	1	7	19
	2	0	0	0

*Tabla 6.17. Tabla de contingencia para el ítem 6 del cuestionario A2.*

En este caso, según la *Tabla 6.17*, hay 68 estudiantes que mejoran su respuesta; 14 modifican la respuesta proporcionada y sólo uno empeora la respuesta.

### **6.1.3. Comparación entre las respuestas entre los grupos pre-test y post-test.**

En las tablas siguientes se mostrarán los porcentajes de las respuestas de los estudiantes a cada uno de los ítems de cada uno de los cuestionarios, mostrando sus respuestas categorizadas.

#### **a) Cuestionario A1**



**Ítem 1: Valora de 0 a 10 (10 muy interesante, 0 nada interesante) el interés para ti de las siguientes materias de la secundaria**

	<b>0 (%)</b>	<b>1 (%)</b>	<b>2 (%)</b>
<b>Pre</b>	38,55	28,92	32,93
<b>Post</b>	3,61	38,55	57,83

*Tabla 6.18. Porcentaje de respuestas del Ítem1. Cuestionario A1*

En el pre-test el 39% de los alumnos y alunas valoraban con menos de un 5 la asignatura mientras que en el post-test solo un 3 % de ellos la valoran con menos de un 5. Además, más de la mitad consideran que la asignatura merece un notable o más, en cuanto al interés que les suscita.

**Ítem 2. ¿Cuáles pueden ser las causas del desinterés hacia la Física y Química?**

	<b>0 (%)</b>	<b>1 (%)</b>	<b>2 (%)</b>
<b>Pre</b>	36,14	43,37	20,73
<b>Post</b>	26,51	40,96	32,53

*Tabla 6.19. Porcentaje de respuestas Ítem2. Cuestionario A1*

Este ítem, como se observa en la *Tabla 6.19*, no muestra tantas diferencias entre el pre y el post, aunque sí que hay un aumento en el número de alumnos y alunas que contestan más de 2 causas para el desinterés, acompañado de una disminución que no citan causas para el desinterés.

**Ítem 3. Indica temas que aumentarían tu interés por la Física y Química**

	<b>0 (%)</b>	<b>1 (%)</b>	<b>2 (%)</b>
<b>Pre</b>	49,40	37,35	13,41
<b>Post</b>	4,82	39,76	55,42

*Tabla 6.20. Porcentaje de respuestas Ítem3. Cuestionario A1*

Al igual que en la pregunta anterior, vemos en la *Tabla 6.20*, que el hecho de que el número de estudiantes que son capaces de nombrar más de dos temas que aumentarían el interés pase del 13 % al 55 %, pone de manifiesto que ya establecen nexos de unión y son capaces de encontrar en su vida cotidiana aquellos temas que están relacionados con la asignatura.

En el caso de los alumnos y alumnas que no establecen tantos nexos de unión y, por lo tanto, no son capaces de nombrar tantos temas, se ve reducido del 49 % del pre-test hasta el 5 % del post-test.

**Ítem 4. Señala otros factores o actividades que podrían aumentar tu interés hacia la Física y Química**

	<b>0 (%)</b>	<b>1 (%)</b>	<b>2 (%)</b>
<b>Pre</b>	19	65	16
<b>Post</b>	3	31	66

*Tabla 6.21. Porcentaje de respuestas Ítem 4. Cuestionario A1*

Al igual que los dos ítems anteriores los resultados mostrados en la *Tabla 6.21*, de manifiesto que el aumento de respuestas con más de dos actividades o temas que les gustaría trabajar pasa del 16% del alumnado pre-test hasta al 66% del post-test.

**b) Cuestionario A2**

**Ítem 1. ¿Qué valores consideras que te aporta la enseñanza de la Física y Química?**

	<b>0 (%)</b>	<b>1 (%)</b>	<b>2 (%)</b>
<b>Pre</b>	67,47	31,32	1,22
<b>Post</b>	10,84	48,19	40,96

*Tabla 6.22. Porcentaje de respuestas Ítem 1. Cuestionario A2.*

De la lectura de la *Tabla 6.22*, vemos que la mayoría de las respuestas de los alumnos y alumnas pre-test (67,47%) no son capaces de nombrar ningún valor. Este resultado se ve reducido en el caso de las respuestas del post-test que llega a un 10,84%. También aumenta el número de estudiantes que nombran más de un valor.

### Ítem 2. ¿Qué relaciones hay entre la Física y Química y los armamentos?

	0 (%)	1 (%)	2 (%)
<b>Pre</b>	92,77	7,23	0,00
<b>Post</b>	8,43	60,24	31,32

*Tabla 6.23. Porcentaje de respuestas Ítem 2. Cuestionario A2.*

Como ya se explicó en el capítulo 5, en este caso la valoración del cuestionario no se tiene en cuenta si nombran relaciones, sino que lo que se tiene en cuenta es si nombran relaciones positivas o negativas, haciendo una distribución equitativa entre las respuestas positivas y negativas. Así, de la lectura de la *Tabla 6.23*, vemos que casi el 93 % de los alumnos o alumnas, en los cuestionarios pre, o no contestaban o al hacerlo hablaban de relaciones negativas, del estilo “*las diseñan*”, “*las construyen*”, “*las usan en las guerras*”. En cambio, en el caso de los alumnos en el post, aunque siguen nombrando que participan en el diseño, o que están relacionadas en su diseño y construcción, nombran más contribuciones o relaciones, disminuyendo hasta un 8,43%.

También es llamativo el porcentaje de alumnos y alumnas que en el pre que no eran capaces de nombrar dos o más respuestas de relación o contribución positiva en los armamentos (0%), mientras que después del trabajo en el aula con las actividades el porcentaje aumenta hasta un 31,32%. De hecho, en

las respuestas de este ítem del grupo post-test, a pesar de que aparecen respuestas en las que se relacionan a los científicos con las fases de diseño o de fabricación, van acompañadas con frases del estilo: “no son ellos los que deciden cuando usarlas” o “más de uno se ha opuesto a su utilización” y “no son ellos los que hacen un mal uso de sus ideas”.

### **Ítem 3. ¿Qué relaciones hay entre la Física y Química y los problemas del medio ambiente?**

Al igual que el ítem anterior, aquí se hace una valoración de los aspectos positivos y negativos que aparecen en las respuestas. Por eso, de la *Tabla 6.24*, llama la atención que ninguna de las respuestas de los alumnos y alumnas en el pre-test nombra o cita relaciones positivas mientras que, casi el 94 % del alumnado piensa que no existe o si nombra lo hace de manera negativa como: “la química contamina”, “los científicos hacen CFC”, “la química causa el efecto invernadero”, etc.

	<b>0 (%)</b>	<b>1 (%)</b>	<b>2 (%)</b>
<b>Pre</b>	93,98	6,02	0,00
<b>Post</b>	6,02	38,55	55,42

*Tabla 6.24. Porcentaje de respuestas Ítem 3. Cuestionario A2*

Aunque se siguen obteniendo respuestas de este tipo, en las respuestas de los cuestionarios post-test aparecen respuestas del estilo “estudian para mejorarlo”, “diseñan productos menos contaminantes”, “luchan para evitar el efecto invernadero”, etc.

### **Ítem 4. Da ejemplos de contribuciones de la Física y Química a la resolución de necesidades humanas.**

	<b>0 (%)</b>	<b>1 (%)</b>	<b>2 (%)</b>
<b>Pre</b>	89,16	4,82	6,10
<b>Post</b>	7,23	34,94	57,83

Tabla 6.25. Porcentaje de respuestas Ítem 4. Cuestionario A2

De la *Tabla 6.25* vemos que el 89,16% de los estudiantes pre-test consideran que la Física y Química no ha participado en la resolución de necesidades humanas, y sólo el 11% consideran o nombran aspectos relacionados con la medicina, la agricultura o la fabricación de productos.

Como hemos comentado en el apartado 5, en el caso de la categorización 0 aparecen aquellas respuestas consideradas negativas en el ítem 2 y 3, es decir, relacionadas con contaminación o armamentos, lo que explica el 7,23% de las respuestas post-test.

En el caso de las respuestas post-test llama la atención que casi el mismo porcentaje, 93% frente a un 89% del pre, que anteriormente no veía contribución a las necesidades ahora sí las nombra y de manera positiva con respuestas como: *“fabricación de biodiesel”, “lucha contra el medio ambiente”, “coches eléctricos”, “paneles solares”, etc.*

### **Ítem 5. Cita el nombre de científicas que conozcas**

	<b>0 (%)</b>	<b>1 (%)</b>	<b>2 (%)</b>
<b>Pre</b>	87,95	12,05	0,00
<b>Post</b>	7,23	27,71	65,06

Tabla 6.26. Porcentaje de respuestas Ítem 5. Cuestionario A2

De la *Tabla 6.26*, vemos que casi el 88 % del alunado en el cuestionario pre, no es capaz de nombrar ninguna científica que no se Marie Curie, sólo el

12,05% de ellos nombra a 1 más que Curie, y ninguno de ellos es capaz de nombrar a más de 1.

Estos porcentajes cambian en las respuestas del post-test obteniéndose un 65,02% de las respuestas con más de dos científicas, además de Marie Curie, que corresponden con las trabajadas en el aula, como Dorothy Crowfoot Hodgkin, Irene Joliot Curie.

### Ítem 6. ¿Por qué razones se conocen tan pocas?

	0 (%)	1 (%)	2 (%)
<b>Pre</b>	67,47	32,53	0
<b>Post</b>	9,64	32,53	57,83

Tabla 6.27. Porcentaje de respuestas Ítem 6. Cuestionario A2

De la *tabla 6.27*, se observa que el 67,47% de los alumnos o alumnas o no nombran ninguna razón o, cuando lo hacen, sólo nombran machismo, o aspectos relacionados con el machismo. Además, ningún estudiante es capaz de nombrar más de dos razones en las respuestas pre-test. En cambio, en las post-test el porcentaje aumenta hasta casi el 58%, obteniéndose respuestas como “no se conocen”, “si las ha habido pero no las conocemos”, “habrán muchas que lo habrán hecho y no lo sabremos”, etc.

## 6.2. Comparación entre grupo control y del grupo post-test

Para comprobar si el grupo control y post-test siguen una distribución normal, y decidir si para su análisis se deben realizar pruebas paramétricas o no paramétricas, se realizó, como se ve en la *Tabla 6.28*, la prueba de Kolmogorov-Smirnov (los resultados obtenidos para cada cuestionario se encuentran recogidos en el *Anexo II*).

<b>Significación asintótica</b>	<b>CONTROL</b>	<b>POST</b>
<b>CUESTIONARIO A1</b>	0,000	0,000
<b>CUESTIONARIO A2</b>	0,000	0,000

*Tabla 6.28. Resultados de la Prueba Kolmogorov-Smirnov. Grupo control y post-test*

Se encontró que ninguno de los dos cuestionarios sigue una distribución normal, por lo que se realizaron pruebas no paramétricas, en este caso la U de Mann-Whitney obteniéndose el resultado en la *Tabla 6.29*.

	<b>Significación asintótica (<math>\alpha &lt; 0,05</math>)</b>	<b>r</b>	<b>Tamaño del efecto</b>
<b>CUESTIONARIO1</b>	0,000	0,543	<b>Grande</b>
<b>CUESTIONARIO 2</b>	0,000	0,609	<b>Grande</b>

*Tabla 6.29. Significación asintótica bilateral de la U de Mann -Whitney y Tamaño del efecto entre el grupo control y el post-test.*

Para poder cuantificar estas diferencias se calcula el estadístico r, que mide la relación existente entre las dos respuestas. Este estadístico nos da información de cuánto de diferentes son las respuestas de cada uno de los grupos, así en ambos casos podemos afirmar que la diferencia entre las respuestas globales entre los grupos control y post-test.

Según los criterios de Cohen y después Rosenthal (1991), si el valor de r s está comprendido entre 0,1 y 0,3, el tamaño del efecto es pequeño; si se encuentra entre 0,3 y 0,5, es mediano y si el valor es superior a 0,5 es grande.

En ambos casos podemos afirmar que las diferencias significativas entre las respuestas de los dos cuestionarios son grandes, de esta forma se puede afirmar que las diferencias estadísticas entre las respuestas obtenidas por los alumnos y alumnas son favorables a nuestra hipótesis, y las mejoras se consideran grandes.

Los resultados obtenidos son similares a los obtenidos entre los cuestionarios pre-test y control y el control y post-test.

### 6.2.1. Comparación entre las respuestas del grupo control y del grupo post-test. U de Mann Whitney.

Empezando por las respuestas del cuestionario A1, ver *Tabla 6.30*, la variable suma de respuestas no sigue una distribución normal tanto en el grupo control como en el pre-test (Anexo II), por lo que aplicamos la prueba no paramétrica de la U de Mann-Whitney (Anexo II), en la que se obtuvo una significación asintótica de 0,000, que al ser menor a 0,05, indicó que podía rechazarse la hipótesis nula, asumiéndose así que las medias de las muestras son estadísticamente diferentes, y por tanto, también lo son los grupos control y post-test.

<b>Medias</b>	<b>POST (SD)</b>	<b>CON- TROL (SD)</b>	<b>r</b>	<b>Tamaño del efecto</b>
<b>CUESTIONARIO A1</b>	5,75 (1,75)	2,37 (2,13)	0,543	<b>Grande</b>
<b>CUESTIONARIO A2</b>	8,60 (2,48)	1,79 (1,46)	0,609	<b>Grande</b>

*Tabla 6.30. Medias. Grupo control y post-test*



De hecho, la media del grupo control es 2,37 y la del post test es 5,75, (*Anexo II*) y, por tanto, los resultados del grupo post-test son mejores. Esto corrobora nuestra hipótesis sobre la posibilidad de realizar un tratamiento en los estudiantes en los que su visión, interés y pensamiento crítico se vea mejorado.

Del mismo modo para el cuestionario A2, la variable suma de respuestas no sigue una distribución tanto en el grupo control como en el pre-test (*Anexo II*), por lo que vamos a aplicar la prueba no paramétrica de la U de Mann -Whitney (*Anexo II*). De nuevo, se obtuvo una significación asintótica de 0,000, que indica que puede rechazarse la hipótesis nula, asumiendo así que las medias de las muestras son estadísticamente diferentes, y por tanto también lo son los grupos control y post-test.

En este caso, la media del grupo control es 1,79 y la del post test es 8,60, (*Anexo II*), por tanto, los resultados del grupo post-test son mejores, lo que corrobora nuestra hipótesis sobre la posibilidad de realizar un tratamiento en los alumnos y alumnas en los que su visión , interés y pensamiento crítico se vea mejorado.

### **6.2.2. Comparación de los resultados de cada ítem de los grupos control y post-test.**

La comparación de los resultados de los grupos control y post-test en cada uno de los ítems del *cuestionario A1* se realiza calculando el estadístico “Chi-cuadrado de Pearson”, puesto que las dos muestras no están relacionadas, tal y como muestra la *Tabla 6.31*.

	<b>Significa- ción asintó- tica ( <math>\alpha &lt; 0,05</math>)</b>	<b>V de cramer</b>	<b>Tamaño del efecto</b>
<b>Ítem 1. Valora de 0 a 10 (10 muy interesante, 0 nada interesante) el interés para ti de las siguientes materias de la secundaria</b>	0,000*	0,33	<b>Medio</b>
<b>Ítem 2. ¿Cuáles pueden ser las causas del desinterés hacia la Física y Química?</b>	0,000*	0,31	<b>Medio</b>
<b>Ítem 3. Indicar temas que aumentarían tu interés por la Física y Química</b>	0,000*	0,44	<b>Fuerte</b>
<b>Ítem 4. Indicar otros factores o actividades que podrían aumentar tu interés hacia la Física y Química</b>	0,000*	0,51	<b>Fuerte</b>

*Tabla 6.31. Análisis ítem a ítem del cuestionario A1. Grupo control y post-test*

El resultado de la prueba estadística paramétrica muestra que sí que existen diferencias significativas entre el grupo control y el post-test, lo que confirma nuestra hipótesis nula de que la introducción de las actividades ha conseguido modificar las respuestas de los alumnos y alumnas.

Para cuantificar estas diferencias significativas se calculó el estadístico V de cramer que me permitió cuantificar el tamaño del efecto, tal como se muestra en la *tabla 6.31*.

Así, aquellos ítems cuyo valor esté comprendido entre 0,07 y 0,21 se considera *pequeño*, y aunque el resultado se considere con diferencias estadísticamente significativas, los resultados sólo tienen una mejora débil. Aquellos que se encuentran entre 0,21 y 0,35 el resultado se considera *mediano*, y los que obtienen un valor de V de Cramer mayor a 0,35 se considera *grande*.

El mismo estudio sobre el *cuestionario A2* se presenta en la *tabla 6.32*. También se observan diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el post-test, de manera, que podemos rechazar la hipótesis nula, es decir, que el trabajo en el aula con las cuestiones trabajadas en el capítulo 5 modifica las respuestas de los alumnos de manera favorable a nuestra hipótesis. Además, estas mejoras significativas se cuantifican mediante el cálculo del estadístico V de Cramer, cuyo valor establece una relación fuerte, en todos los ítems excepto en la primera.

	<b>Significación asintótica</b>	<b>V de cramer</b>	<b>Tamaño del efecto</b>
<b>Ítem 1. ¿Qué valores te aporta la enseñanza de la Física y Química?</b>	0,000*	0,49	<b>Fuerte</b>
<b>Ítem 2. ¿Qué relaciones hay entre la Física y Química y los armamentos?</b>	0,000*	0,69	<b>Fuerte</b>
<b>Ítem 3 ¿Qué relaciones hay entre la Física y Química y los problemas del medio ambiente?</b>	0,000*	0,71	<b>Fuerte</b>
<b>Ítem 4. Dar ejemplos de contribuciones de la Física y Química a la resolución de necesidades humanas.</b>	0,000*	0,63	<b>Fuerte</b>

<b>Ítem 5. Cita científicas que conozcas</b>	0,000*	0,71	<b>Fuerte</b>
<b>Ítem 6. ¿Por qué razones se conocen tan pocas?</b>	0,000*	0,60	<b>Fuerte</b>

*Tabla 6.32. Análisis ítem a ítem del cuestionario A2. Grupo control y post-test*

### **6.3. Comparación entre las respuestas del grupo control y del grupo pre-test**

Para comprobar si el grupo control sigue una distribución normal, se realizó a la prueba de Kolmogorov-Smirnov, para cada uno de los cuestionarios. De esta manera se pudo decidir qué prueba estadística, paramétrica o no paramétrica, podíamos realizar para conocer si existen diferencias significativas entre el grupo control y el pre-test. Los resultados obtenidos para cada cuestionario se encuentran recogidos en el (*Anexo II*).

#### **6.3.1. Comparación entre las respuestas del grupo control y del grupo pre-test.**

Al realizar las pruebas de Kolmogorov Smirnov para el grupo control y el pre-test, la significación asintótica fue inferior a 0,05 en los dos casos, lo que indica que no seguían una distribución normal y había que realizar, por tanto, pruebas no paramétricas, en este caso la U de Mann Whitney, cuyos resultados pueden verse en la *Tabla 6.33*.

	<b>Media respuestas Grupo Control (SD )</b>	<b>Media respuestas Grupo Pre-test (SD)</b>	<b>Significación asintótica bilateral (p&lt;0.05)</b>	<b>Tamaño del efecto</b>
<b>Cuestionario A1</b>	2,37 (2,14 )	3,42 (1,63)	0,004*	0,162
<b>Cuestionario A2</b>	1,80 (1,46)	1,08 (1,50)	0,384	-----

*Tabla 6.33. Análisis respuestas Grupo control y pre-test en los cuestionarios A1 y A2.*

Se aprecia que existen diferencias significativas en el cuestionario A1, ya que su valor es inferior a 0,05, por lo que podemos decir que hay diferencias significativas entre las respuestas dadas por parte del alumnado del grupo pre-test y del control, Este resultado es debido a que, en el tema de actitudes, existen muchos factores que influyen en las respuestas, cosa que no ocurre en el cuestionario A2 de imagen de la ciencia, como era de esperar.

Al corresponder en ambos casos a alumnos y alumnas no tratados no debería tener diferencias estadísticamente significativas y, en este caso, solo ocurre en el cuestionario 2, por lo que en la *tabla 6.33* se muestra “el tamaño del efecto” que es un estadístico utilizado para cuantificar las mejoras introducidas en las respuestas de los alumnos y alumnas

En nuestro caso sólo había diferencias significativas en el cuestionario A1 y, al calcular el estadístico r, encontramos que, el tamaño del efecto de la diferencia entre las respuestas es *pequeño* ya que su valor es 0,162.

### 6.3.2. Comparación de los resultados de cada ítem de los grupos control y pre-test. Chi-Cuadrado.

#### a) Cuestionario A1

En la *tabla 6.34*, se muestran los resultados obtenidos para la prueba estadística Chi cuadrado ítem a ítem para las respuestas obtenidas en el grupo control y pre test del cuestionario A1.

	<b>Significación asintótica (<math>\alpha &lt; 0,05</math>)</b>	<b>V de Cramer</b>	<b>Tamaño del efecto</b>
<b>Ítem1. Valora de 0 a 10 (10 muy interesante, 0 nada interesante) el interés para ti de las siguientes materias de la secundaria</b>	0,398	-----	-----
<b>Ítem2. ¿Cuáles pueden ser las causas del desinterés hacia la Física y Química?</b>	0,002*	0,22	<b>Mediano</b>
<b>Ítem 3. Indica temas que aumentarían tu interés por la Física y Química</b>	0,506	-----	-----
<b>Ítem4. Indica otros factores o actividades que podrían aumentar tu interés hacia la Física y Química</b>	0,506	-----	-----

Tabla 6.34. Análisis ítem a ítem del cuestionario A1. Grupo control y pre-test

La significación asintótica bilateral en el cuestionario A1 establece que sólo existen diferencias estadísticamente significativas en el caso del ítem 2.

Para poder cuantificar estas diferencias significativas se utiliza la V de Cramer, que es un estadístico utilizado para la cuantificación del tamaño del efecto de cada uno de los ítems de un cuestionario que presentan diferencias estadísticamente significativas.

En el caso de las respuestas entre el control y el pre-test del cuestionario A1 (ver Tabla 6.33) sólo hay diferencias significativas en el caso del ítem 2, y al calcular la V de Cramer se ve que las diferencias significativas tienen un tamaño del efecto mediano.

### b) Cuestionario A2

En los datos reflejados en la Tabla 6.34.se representan los resultados de la prueba Chi cuadrado ítem a ítem del cuestionario A2 ,entre los grupos control y pre-test.

	<b>Significación asintótica (<math>\alpha &lt; 0,05</math>)</b>	<b>V de Cramer</b>	<b>Tamaño del efecto</b>
<b>Ítem 1. ¿Qué valores te aporta la enseñanza de la Física y Química?</b>	0,004*	0,18	<b>Pequeño</b>
<b>Ítem 2. ¿Qué relaciones hay entre la Física y Química y los armamentos?</b>	0,773	-----	-----
<b>Ítem 3. ¿Qué relaciones hay entre la Física</b>			

<b>y Química y los problemas del medio ambiente?</b>	0,411	-----	-----
<b>Ítem 4. Dar ejemplos de contribuciones de la Física y Química a la resolución de necesidades humanas.</b>	0,411	-----	-----
<b>Ítem 5. Cita científicas que conozcas</b>	0,442	-----	-----
<b>Ítem 6. ¿Por qué razones se conocen tan pocas?</b>	0,614	-----	-----

Tabla 6.34. Análisis ítem a ítem del cuestionario A2. Grupo control y pre-test

En este cuestionario, sólo existen diferencias significativas en el ítem número 1, y para poder cuantificar estas diferencias se usa el cálculo del estadístico V de Cramer, de manera que al tener un valor de 0,18 establece que, aunque existen diferencias estadísticamente significativas las diferencias entre ellas se relacionan de manera débil. En el caso de los demás ítems no existen diferencias estadísticamente significativas.

#### **6.4. Comparación entre las respuestas de los grupos control, pre-test y post-test del grupo experimental**

En este apartado vamos a realizar un estudio de las respuestas globales de los estudiantes del grupo control, pre y post-test para poder analizar su distribución y, de esta manera, realizar un posterior análisis detallado de cada uno de los ítems de cada cuestionario.



Para realizar el estudio global entre los grupos control, pre y post-test lo que vamos a hacer es la suma de las respuestas más favorables a la investigación, es decir, puntuación 1 ó 2 en los diferentes cuestionarios y después representarlas en función de su frecuencia.

<b>Cuestionario A1</b>	<b>Pre-test (%)</b>	<b>Control (%)</b>	<b>Post-test (%)</b>
<b>Ítem 1. Valora de 0 a 10 según tú interés (10 muy interesante, 0 nada interesante) el interés para ti de las siguientes materias de la secundaria</b>	61,84	57,83	96,39
<b>Ítem 2. ¿Cuáles pueden ser las causas del desinterés hacia la Física y Química?</b>	64,10	59,04	73,49
<b>Ítem 3. Indica temas que aumentarían tu interés por la Física y Química</b>	50,76	49,39	95,18
<b>Ítem 4. Indica otros factores o actividades que podrían aumentar tu interés hacia la Física y Química</b>	80,91	97,59	74,70

*Tabla 6.35. Porcentaje de respuestas favorables a nuestra hipótesis del cuestionario A1*

De un primer análisis de los datos de la *Tabla 6.35*, se puede establecer una relación entre el cuestionario pre-test y el control, resultados esperables, ya que en ambos casos corresponden a alumnos en los que aún no se ha hecho ninguna intervención.

También se ve que tanto en la relación entre el pre-test con el post-test, como en el control y el post-test se muestran diferencias. Esto se ve de manera más clara en el *gráfico 6.1*.

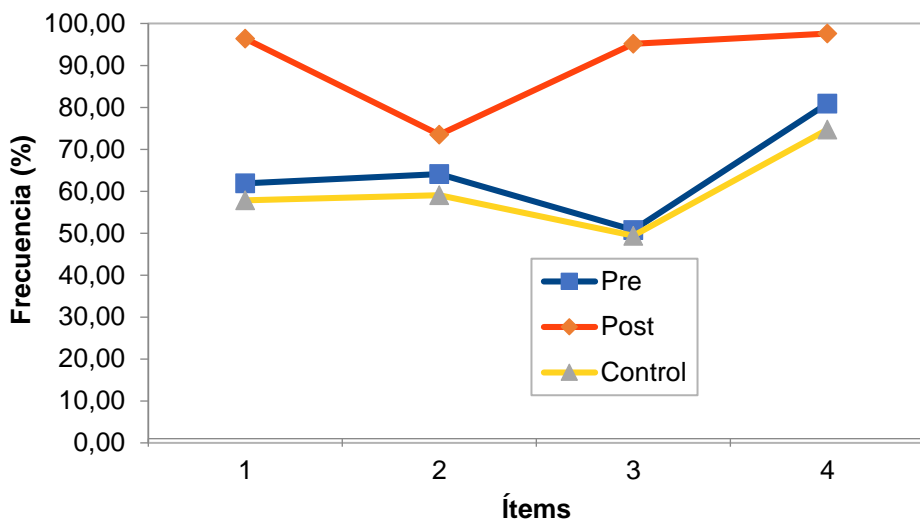


Gráfico 6.1. Respuestas favorables del cuestionario 1. Grupos pre-test, post-test y control

Las respuestas globales son diferentes entre los resultados *control* y *pre-test* con respecto a las respuestas obtenidas en el *post-test*.

Realizando la misma representación de datos (respuestas 1 ó 2) para el cuestionario A2 se obtiene la *Tabla 6.36*.

Cuestionario 2	Pre-test (%)	Control (%)	Post-test (%)
Ítem 1. ¿Qué valores te aporta la enseñanza de la Física y química?	32,54	42,17	89,16
Ítem 2. ¿Qué relaciones existen entre la Física y química y los armamentos?	7,23	6,02	91,57
Ítem 3. ¿Qué relaciones hay entre la Física y Química y los problemas del	6,02	8,43	93,98

<b>medio ambiente?</b>			
<b>Ítem 4. Da ejemplos de contribuciones de la Física y química a la resolución de necesidades humanas</b>	10,92	15,66	92,77
<b>Ítem 5. Cita el nombre de científicas que conozcas</b>	12,05	7,23	92,77
<b>Ítem 6. ¿Por qué razones se conocen tan pocas?</b>	32,53	19,28	90,36

*Tabla 6.36. Porcentaje de respuestas favorables a nuestra hipótesis del cuestionario A2*

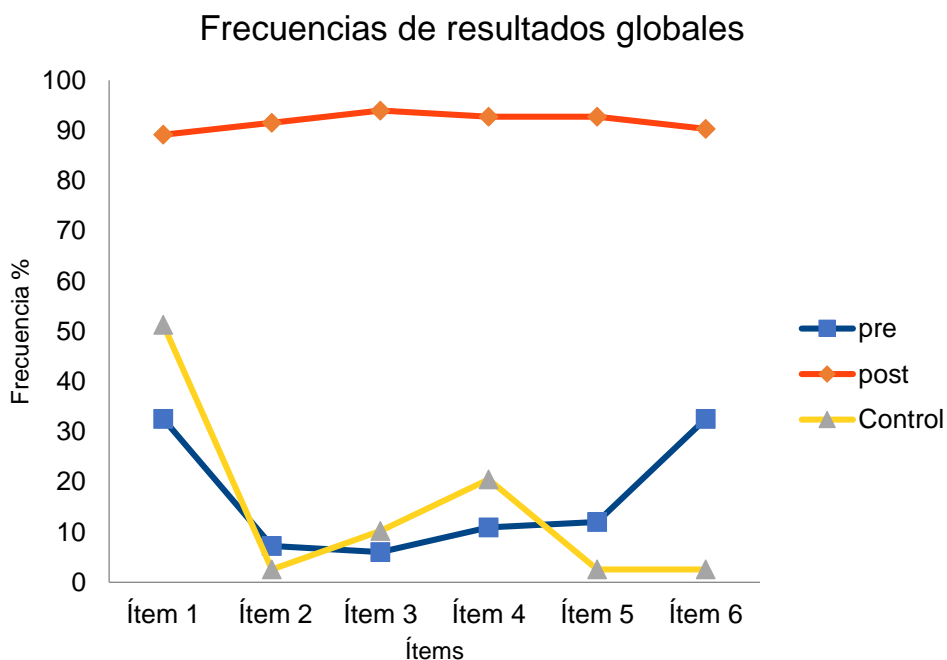
Si realizamos la comparación entre los grupos pre-test y control, con el post-test, en ambos casos se obtienen resultados diferentes. Además, se observa que la tendencia es mucho más marcada de lo que ocurría en el caso del cuestionario A1. Este resultado era esperable debido a que el primer cuestionario trabaja actitudes y el segundo imagen de la ciencia.

De manera que:

- En los ítems 1 y 6 se nota una diferencia de más del doble, en porcentaje entre las respuestas tanto del pre-test como del control con respecto al grupo post-test, en el primer ítem por la dificultad que conlleva trabajar con valores, y en el 6 debido al trabajo actual de la sociedad para visibilizar la contribución de las mujeres.
- En cambio las diferencias son mucho más marcadas en el caso de los ítems 2, 3, 4 y 5, en el que los porcentajes de respuestas en los grupos control y pre-test se sitúan en torno a un 10% , mientras que el grupo control se encuentra alrededor del 90%, es decir después de la intervención en el aula la mayoría del alumnado es capaz de establecer

relaciones positivas entre la ciencia y la sociedad, conoce la aportación de más de una científica en el crecimiento de la ciencia

Demostrando de esta manera que la intervención en el aula ha modificado de manera importante la opinión del alumnado con respecto a la asignatura. Estas diferencias más marcadas se pueden ver mejor en la representación del *gráfico* 6.2.



*Gráfico 6.2. Respuestas favorables del cuestionario 2. Grupos pre-test, post-test y control*

Con estos análisis queda demostrado que las respuestas tanto en el cuestionario A1 como en el A2, en el caso del primero más marcado que en el segundo, proporcionan respuestas similares, mientras que, en el caso del post, la diferencia es más marcada.

Confirmando de esta forma la hipótesis que hemos planteado en el trabajo.

## CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Como se ha explicitado en los capítulos anteriores, es un hecho señalado por la DC que el desinterés, la motivación y la desconexión de género del alumnado en Educación Secundaria Obligatoria ha ido aumentando a lo largo de los últimos años y que ninguna de las reformas educativas que han tenido lugar, ha conseguido minimizar.

En nuestro trabajo planteábamos los siguientes problemas una reducción del número de alumnado que estudia secundaria, así como una actitud negativa para su estudio.

Para dar respuesta a los primeros planteamos una primera hipótesis:

*HPI: Existe un desinterés hacia la enseñanza de la Física y Química y una imagen negativa de las mismas. Se trata de un fenómeno complejo y multicausal, acentuado porque la enseñanza de la Física y Química se centra en aspectos cuantitativos, operativos, ignorando otros que, según la investigación en didáctica de las ciencias, podrían contribuir a incrementar el interés hacia ellas.*

Esta hipótesis, debido a su carácter multicausal, se dividió en 4 objetivos de investigación.

El primero de ellas relacionado con la **metodología de la enseñanza**, fundamentalmente propedéutica que ignora, por diferentes motivos, los avances en didáctica de las ciencias para mostrar una imagen más positiva y atractiva, que no muestra los valores y finalidades de las ciencias y, ni presenta la

contribución de la ciencia a la resolución de los problemas y necesidades de la sociedad.

El segundo relacionado con el **profesorado** que aun siendo consciente de lo importante que es la motivación y el interés del alumnado para su aprendizaje, y que aun considerando interesantes los avances de la didáctica para la mejora del interés, no acaba trabajando estos aspectos en el aula.

El tercero de ellos se centraba en el **alumnado** en su visión de la ciencia desconectada de su vida, con ausencia de valores, con desconocimiento de la finalidad de la ciencia, así como de las contribuciones de la ciencia a la sociedad, y si las conoce están asociadas a aspectos negativos.

Y, por último, esta disminución de alumnos que es más acusada en el caso de las **alumnas**, se justificaba por la existencia de un sentimiento de no pertenencia de las chicas hacia el estudio de las ciencias, ya que, principalmente, no conocen a las científicas que han contribuido en el crecimiento de la ciencia que conocemos.

Y se formularon de la siguiente manera:

- *O1.HPI Analizar los libros de texto de Física y Química no tienen en cuenta los avances de las líneas de investigación en didáctica y reflejan una enseñanza propedéutica en la que se transmite una visión negativa de las ciencias.*
- *O2.HPI Averiguar si el profesorado, a pesar de considerar necesaria la motivación como parte fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje, incluye en su programación aquellos aspectos que contribuirían a su aumento como las relaciones CTS y las CSC.*

- *O3.HP1 Analizar la imagen de la Física y Química y el interés hacia las mismas que tiene el alumnado*
- *O4.HP1 Estudiar si el género juega un papel importante en la elección de las ciencias a partir de las diferencias entre los alumnos matriculados y las alumnas matriculadas en especialidades y asignaturas científicas.*

Creemos que este desinterés y por lo tanto de la disminución progresiva de alumnos está relacionado con la organización escolar, por lo que decidimos comenzar a hacer un estudio de la herramienta principal usada en las aulas, los *libros de texto*. Así, buscamos cuál era la visión que proporcionaban los libros de texto de algunas de las editoriales utilizadas en el aula, de donde se extrajeron las siguientes conclusiones:

- 1) Más de las tres cuartas partes (valores superiores al 75%) de los libros trabajados muestran una enseñanza puramente formal, sin tratamiento cualitativo y superando el nivel matemático del alumnado.
- 2) No se incluyen los aspectos trabajados por la DC. De hecho, el 96% de los libros cuando presentan prácticas de laboratorio lo hacen al final del capítulo siguiendo el modelo receta (objetivos, materiales, etc.).
- 3) El 90% de los libros no trabajan actividades sobre cuestiones sociocientíficas, CTS, ni existe un hilo conductor en el que se muestren las dificultades en el crecimiento de las ciencias de



cada uno de los conocimientos. Por otra parte, la historia se resume a meras biografías, o a nombrar quien fue el que enunció tal ley, olvidando también el carácter colectivo de la ciencia.

- 4) Más de un 90% no muestran ni finalidades, valores, contribuciones positivas tanto en medio ambiente, carrera armamentística, etc.
- 5) En cuanto a la cuestión de género el 96,5% de los libros no muestra a mujeres científicas que han contribuido al avance de la ciencia, y los pocos que lo hacen, lo hacen como una mera biografía, sin nombrar las dificultades, avances a los que tuvieron que enfrentarse.

De esta manera, y con los libros de texto que nuestros alumnos y alumnas trabajan en el aula resulta difícil pensar que su visión de las ciencias sea positiva o que motive e interese el estudio.

Analizados los libros de texto se decidió seguir con el estudio de qué información y cómo la reciben nuestros alumnos sobre qué es la ciencia. Por lo que, se analizó la opinión de 74 docentes que estaban realizando cursos de formación o el CAP, llegando a las siguientes conclusiones.

- 1) Sorprendentemente cuando a los docentes se les preguntaba acerca de cuáles son los temas, actividades, etc. que a ellos les hubiera gustado trabajar cuando eran estudiantes coincide exactamente con lo que los alumnos contestan. Así, el 91% de los docentes encuestados también nombraban las prácticas de laboratorio; un 66,7% habla de introducir la historia de la ciencia. Esto supone una contradicción con lo que luego ellos y ellas van a hacer en el aula, ya que cuando en el cuestionario

para profesores se le pregunta porque no se trabajan los aspectos de CTS y CSC un 52% alega que por un tema de “tradición”, son aspectos que habitualmente no se trabajan, y un 43,5% alegan que esos aspectos no se trabajan porque no hay tiempo para estos temas ya que el currículo es amplio y la carga horaria de la asignatura es baja..

- 2) Lo siguiente que nos interesó era conocer qué es lo que ellos y ellas piensan acerca de las causas del desinterés del alumnado y los resultados fueron, que en un 75% piensan que la asignatura es más difícil que las demás, y que además es una asignatura que lleva a una carrera profesional sin futuro, con lo que de manera consciente o inconsciente se traslada a los alumnos y alumnas una visión de la asignatura con especial dificultad, y sin futuro.
- 3) En este para futuros científicos también se obtuvieron respuestas en los cuestionarios ante la pregunta sobre cuál era la finalidad de las ciencias, ya que el 33% de los docentes consideraban que una de las finalidades de las ciencias es la formación a futuros científicos, y sólo un 16% está preocupado por la alfabetización de la sociedad.
- 4) Respecto a cuáles eran los valores que los docentes pensaban que aporta el estudio de la ciencia, es remarcable el hecho de que la mayoría no señala ninguno; el 26,9% menciona valores más relacionados con los contenidos, y solo el 3,8% de los docentes contestaran valores como Educación para la paz, la igualdad de sexos... como si estos valores no tuvieran nada que ver con las ciencias
- 5) En cuanto a la opinión de qué es ciencia el 78,7% de los docentes sólo nombra aspectos cognitivos o metodológicos, ignorando las relaciones CTS.

- 6) En cuanto a por qué no se tratan CSC en las aulas de secundaria llama la atención que:
- a) El 52% comente que por tradición no estén incluidas;
  - b) Un 43,5% que no forman parte del currículo;
  - c) Un 34,8% que no existe conexión;
  - d) Y un 21,7% que dicen que les resulta más cómodo si no se introducen.
- 7) Si los docentes tienen estas ideas, es difícil que estos contenidos se trabajen en el aula.

Para conocer esta disminución de alumnado estudiando ciencias se analizó los *datos de matrícula en las pruebas de acceso a la universidad* de 1996 hasta 2018, encontrando que:

- 1) La mayor disminución se produce en el alumnado matriculado en Física, ya que la diferencia entre el porcentaje de alumnado matriculado es del 27%, pasamos de un 47% de estudiantes matriculados al 20%, es decir, sólo una quinta parte del alumnado de bachillerato tiene formación en Física.
- 2) En el caso de Química también es importante la disminución en alumnado, aunque es menor caso que en Física, ya que solo es un 23% de pérdida, pasando de valores en porcentaje del 51% del alumnado con formación básica en química a sólo 31%,
- 3) La disminución en el caso de Biología no es tan marcada como en las otras dos asignaturas, ya que en este caso sólo se ha producido una disminución en el 16% de estudiantes.

Continuando con el análisis de la pérdida de alumnado, y en especial en el caso de las alumnas, se analizaron los datos *de alumnas matriculadas en la universidad*, para ello lo primero que hicimos fue un análisis de la evolución de matrícula en los grados de la Universidad de Valencia, obteniendo que desde 2010 (primer año en que la UV separó la matrícula por sexo) hasta el 2018, más del 60% del alumnado de primera matrícula de la universidad de Valencia son mujeres. Ante este resultado se analizó qué es lo que ocurre en las carreras de ciencias con la cuestión de género, obteniendo que en el período analizado:

- 1) Los valores altos de matriculación de mujeres se obtienen en el caso del Grado en Biología, cuyos valores oscilan entre 60 y 53%;
- 2) En el caso del Grado en Química, se obtienen porcentajes que oscilan según el año siendo el porcentaje más alto el 61 %, aunque la mayoría de los cursos académicos se sitúan por debajo al 50 %,
- 3) Lo más llamativo es el caso de Física cuyos porcentajes oscilan entre el 13% y 36 %

Siguiendo con esta desconexión se trabajaron datos de *alumnas tituladas* desde los años 2010 al 2018, de manera que:

- 1) En aquellas ramas con más relación con Ciencias de la Salud o Biología, las tituladas universitarias oscilan entre el 58%, y el 74%
- 2) En el caso de la Física, los porcentajes son del 46% el año 2010, situándose los demás años por debajo del 33% llegando al 23% en 2017
- 3) Aún más llamativo en el caso de las carreras técnicas que no superan el 28%, y obteniendo un mínimo en el 18% en 2018.

Con estos datos tanto de matriculación y de tituladas se observa no sólo la disminución de alumnos que estudian ciencia, en especial la asignatura de Física, sino la desconexión de género.

Pero estos resultados nos llevaron a plantearnos si era posible modificar la visión de nuestros estudiantes diseñando una propuesta didáctica que contrarrestara este panorama. Para ello se enunció nuestra segunda hipótesis principal, HP2:

*HP2: Es posible modificar positivamente la visión del alumnado hacia la Física y Química trabajando en el aula actividades que utilicen cuestiones sociocientíficas.*

Dicha HP2, contenía los siguientes objetivos de investigación:

*O1.HP2.* Diseñar una propuesta didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de la Física y Química en la que se aborden CSC con el fin de mejorar la visión de la asignatura, que aumente el interés y la motivación, y se fomente el pensamiento crítico.

*O2.HP2.* Evaluar en qué medida esta propuesta didáctica contribuye a superar las dificultades de aprendizaje detectadas en los alumnos y alumnas.

Para comprobarla se diseñaron 13 CSC de los siguientes tipos: del pensamiento crítico (Galileo y la revolución científica del siglo XVII, Joseph Rotblat y la física médica, Astrobiología y ovnis, Consumo de energía en el mundo, Efecto invernadero, Linus Carl Pauling y la estructura de la materia); ciencia y género (Petite Curie; Irene Joliot y los isótopos radioactivos, Rachel Carson y Dorothy Crowfoot) y de contribuciones sociales ( Mario Molina y el ciclo del ozono, Michael Faraday científico autodidacta, Tim Berners Lee y la

world wide web). Todas se implementaron en un grupo experimental formado por 83 estudiantes, a los que se había pasado como pre los cuestionarios A1 y A2.

De manera que los cuestionarios fueron aplicados en el aula, y así se pudieron realizar y analizar las diferencias entre las respuestas proporcionadas por el alumnado después de la intervención en el aula. Así, que llamamos grupo pre-test y post-test, obteniéndose lo siguientes resultados:

- 1) Como los cuestionarios no siguieron una distribución normal se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, encontrándose que tanto en el cuestionario A1 como en el A2 existían diferencias significativas, y el efecto producido se consideró grande, valores del estadístico  $r$  de 0,55 y 0,77, obteniéndose mejores resultados en el cuestionario A2 que en el A1.
- 2) En cuanto al análisis de los datos de los cuestionarios ítem a ítem se encontró que, en el caso del cuestionario A1 al analizar la homogeneidad marginal se obtuvo diferencias significativas en 3 de las cuatro cuestiones: la primera de ellas consistía en valorar la asignatura, la segunda correspondía a que los estudiantes nombraran temas que les gustaría trabajar en el aula y la tercera se refería a factores o actividades que aumentarían su interés. Estas diferencias tenían un tamaño del **efecto mediano**, por lo que se pudo concluir que después de la intervención en el aula la visión de los estudiantes se había modificado favorablemente con un tamaño del efecto de valores, 0,31, 0,4 y 0,5 respectivamente.

- 3) En cuanto al cuestionario A2, existían diferencias significativas en cada uno de los ítems trabajados, así en los dos primeros ítems (nombrar valores que aporte el estudio de la Física y Química y hablar sobre la relación entre la física y química y los armamentos), el tamaño del efecto (0,6 y 0,63) respectivamente demostraba que la intervención en el aula había conseguido que estas diferencias significativas sean **grandes**.
- 4) En los demás ítems, 3 (relación entre la física y el medio ambiente), 4 (nombrar repercusiones sociales), 5 y 6 (relacionadas con la cuestión de género), también existían diferencias significativas, con un tamaño del efecto de 0,58 y 0,59, en los ítems 3 y 4, muy cercanos a considerarse grandes, pero dentro del intervalo de medianos, y 0,50 y 0,45 en los ítems 5 y 6, con valores, que se relacionan con que después de la intervención en el aula, se consiguió que las respuestas del alumnado se hubieran modificado de manera favorable a nuestra hipótesis con un tamaño mediano.
- 5) El análisis de las tablas de contingencia también apoyó la idea del cambio de visión de la asignatura después de trabajar CSC, y los datos reflejaron que los estudiantes habían establecido más puntos de encuentro nexos ya que eran capaces de nombrar más actividades o factores: 52 de los alumnos y alumnas eran capaces de nombrar más causas y, en el caso de temas, 75 podían nombrar más temas, ya que ya encontraban a la ciencia en su vida cotidiana.
- 6) También mejoraba su visión de la asignatura, ya que 42 de los estudiantes puntuaban a la asignatura con mejor nota que lo hacían antes de la intervención.

- 7) En el cuestionario A2 las tablas de contingencia también mostraban que la intervención había conseguido aumentar su idea sobre los valores que aporta la ciencia, ya que 59 de los estudiantes habían sido capaces de nombrar más valores que antes de la intervención.
- 8) También la acción ha conseguido aumentar su conocimiento sobre las contribuciones de la ciencia a la resolución de las necesidades de la sociedad, ya que 71 de los estudiantes fueron capaces de nombrar contribuciones de la ciencia que en el cuestionario pre no lo hacían.
- 9) En cuanto al tema de género se constata que, en el caso de las científicas, hay 75 que mejoran sus respuestas, lo que significa que conocen más de una científica.

Por lo que, los resultados obtenidos permiten validar nuestra segunda hipótesis principal, HP2, ya que la visión que tiene el alumnado hacia la asignatura mejora en cada uno de los ítems que les hemos planteado. Aunque, por otro lado, esto no significa que este cambio de visión en la asignatura se vaya a corresponder con una mayor matrícula de alumnos en 4º de ESO, bachillerato, y por lo tanto, en la matrícula de grados por lo que sería interesante comprobar si estos estudiantes con los que empezamos a trabajar se desmarcan de la tendencia marcada dentro de un par de años.

También se realizó la comparación entre el grupo de control y post obteniéndose los siguientes resultados:

- 1) Como los cuestionarios no siguieron una distribución normal se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, encontrándose que tanto en el cuestionario A1 como en el A2 existían diferencias significativas, y el efecto producido se consideró grande, valores del estadístico  $r$  de 0,543



y 0,609,-obteniéndose mejores resultados en el cuestionario A2 que en el A1.

- 2) En cuanto al análisis de los datos de los cuestionarios ítem a ítem se encontró que, en el caso del cuestionario A1 al analizar la homogeneidad marginal se obtuvo diferencias significativas en las cuatro cuestiones, en dos de ellas con un tamaño del efecto mediano (0,33 y 0,31 respectivamente): la primera de ellas consistía en valorar la asignatura, la segunda correspondía a que los estudiantes nombraran temas que les gustaría trabajar en el aula. Las dos siguientes cuestiones la tercera y la cuarta presentan un efecto fuerte(0,44 y 0,51 respectivamente) en ellas se les pedía al alumnado que indicara temas , factores o actividades que aumentaran su interés.
- 3) En cuanto al cuestionario A2, existían diferencias significativas en cada uno de los ítems trabajados, el tamaño del efecto (0,49; 0,69; 0,71; 0,63; 0,71 y 0,60 respectivamente) demostraba que la intervención en el aula había conseguido que estas diferencias significativas sean **fuertes**.

En este trabajo se demuestra la falta de interés del alumnado en el estudio de ciencias lo que queda demostrado, en la disminución de alumnado matriculado en las pruebas de acceso a la universidad. También que existe una desconexión de género lo que se ve no solo en la matrícula en las alumnas de nuevo ingreso, y posteriormente en las alumnas que obtienen una titulación universitaria, siendo en los tres casos inferior a lo que ocurre en otras materias, por ejemplo en el caso de la matriculación universitaria a nivel global cuyo porcentaje de alumnas es mayor al 60%, en los años estudiados 2010- 2018, sorprendentemente este porcentaje no se mantiene en los grados directamente

relacionados con Química (entre un 46% y un 55%) y especialmente en Física (desde 36% al 13%).

Estos resultados hicieron que se buscara una posible solución al desinterés, de la búsqueda bibliográfica se extrajo que una de las posibles mejoras en el trabajo diario del aula es introducir el trabajo de CSC .

Así se diseñaron las actividades buscando una mejora en la visión de la asignatura, obteniéndose diferencias significativas con este tipo de cuestiones en el aula cambiando la visión de las asignaturas después de la intervención.

También se demuestra que después de la intervención los alumnos y alumnas reconocen parte de la ciencia que se les había ocultado, valores, actitudes, contribuciones sociales, responsabilidad social de los científicos, etc.



## BIBLIOGRAFÍA

AA.VV., (1995), La educación ciencia-tecnología-sociedad, Monográfico, *Alambique*, 3, 4-69.

AA.VV., (1997), Los libros de texto, Monográfico, *Alambique*, 11, 5-87.

AA.VV., (2002), Ciencias en la ESO y Contrarreforma, Monográfico, *Alambique*, 33, 5-97.

ACEVEDO, J.A. (2005<sup>a</sup>) ROSE: relevancia de la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3),

ACEVEDO, J.A. (2005<sup>b</sup>), TIMSS Y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 282-301,

AIKENHEAD, G.S., (1994), “What is STS science teaching?”, en J. Solomon y G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform*, pp. 47-59. New York, Teachers College Press.

AIKENHEAD, G.S. (2002), “STS Education: A Rose by Any Other Name”, en R. Cross (Ed.): *Crusader for Science Education: Celebrating and Critiquing the Vision of Peter J. Fensham*. New York, Routledge Press

AIKENHEAD, G.S. (2003a). Review of Research on Humanistic Perspectives in Science Curricula. 4<sup>th</sup> Conference of the European Science Education Research Association (ESERA), *Research and the Quality of Science Education*. Noordwijkerhout, The Netherlands (august 19-23).

AIKENHEAD, G.S. (2003b). STS Education: A Rose by Any Other Name. En R. Cross (Ed.), *A Vision for Science Education: Responding to the work of Peter J. Fensham* (pp. 59-75). New York: Routledge Falmer.

ALLOZA, A.; DOLADO, J.; DE LA RICA, S.; SÁNCHEZ, I. (2011). *Situación de las mujeres en la ciencia española*. Ministerio de educación

BACHELARD, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. (Paris Vrin)

BAIN, (2005). *El que fan els millors professors d'universitat* Universitat de València

BORRACHERO, A.B. Y BRÍGIDO, M. (2011a). Las emociones de los futuros profesores de Secundaria sobre el aprendizaje de las ciencias según el

campo de procedencia. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. INFAD Revista de Psicología*,1(2), 99-106.

BORRACHERO, A.B., BRÍGIDO, M. Y COSTILLO, E. (2011d). Concepciones sobre la ciencia de los alumnos del C.A.P., futuros profesores de Educación Secundaria. *Revista de Educación Campo Abierto*, 30(2), 63-82.

BORRACHERO, A.B., BRÍGIDO, M., GÓMEZ, R., BERMEJO, M.L. Y MELLADO, V. (2011b). Las emociones de los futuros profesores de secundaria sobre el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. INFAD Revista de Psicología*, 3(1), 521-530.

BORRACHERO, A.B., COSTILLO, E., BRÍGIDO, M. Y BERMEJO, M.L. (2011c). Las emociones despertadas en los futuros profesores de Secundaria, según el campo de procedencia, al impartir contenidos científicos. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*, XV(38).

BORRACHERO, A.B., BRÍGIDO, M., MELLADO, L., COSTILLO, E. Y MELLADO, V. (2014). Emotions in prospective *secondary teachers when teaching science content, distinguishing by gender. Research in Science & Technological Education*, 32(2), 182-215.

BORRACHERO, A.B., BRÍGIDO, M., GÓMEZ, R., BERMEJO, M.L. Y MELLADO, V. (2011b). Las emociones de los futuros profesores de secundaria sobre el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. INFAD Revista de Psicología*, 3(1), 521-530.

BORRACHERO, A.B., BRÍGIDO, M., MELLADO, L., COSTILLO, E. Y MELLADO, V. (2014). Emotions in prospective secondary teachers when teaching science content, distinguishing by gender. *Research in Science & Technological Education*, 32(2), 182-215.

BYBEE, R.W. (1997a). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.

CANTO, J. E. (2000). Certeza de elección de carrera y preferencia vocacional. *Educación y Ciencia*, 4(7), 43-55.

CANTO, J; DE PRO, A; SOLBES, J. (2016).¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial, *Enseñanza de las ciencias*.34 (3), 25-50.

CHEUNG, D. (2009). Students' attitudes toward chemistry lessons: the interaction effect between grade level and gender. *Research in Science Education*, 39(1), 75-91.

CONRADO, D.M; NUNES-NETO, N. (Ed.). (2018). *Questões sociocientíficas*. Salvador: EDUFBA.

CUTCLIFFE, S. H., (1990). "Ciencia, Tecnología y Sociedad: un campo disciplinar", en Medina y Sanmartín (Eds.), *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*, pp , Universidad del País Vasco, Anthopos,

DÍAZ MORENO, N., & JIMÉNEZ LISO, M. R. (2011). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*,9(1), pp. 54-70.

<https://reuredc.uca.es/index.php/eureka/article/view/2751>

DES (Department of Education and Science), (1977), *Currículo 11-16*, Londres, HMSO.

DUNBAR, R. (1999). *El miedo a la ciencia*. Alianza, Madrid.

ESTEVE A, R, SOLBES, J, (2017) El desinterés de los estudiantes por las ciencias y l atecnología en el bachillerato y estudios Universitarios. *Enseñanza de las ciencias*, 573-578

FENSHAM, P.J. and HARLEN, W., (1999), "School science and public understanding of science", *Internacional Journal of Science Education*, 21 (7), 755-763.

FENSHAM, P. J. (2004). Beyond knowledge: Other scientific qualities as outcomes for school science educa-tion. En R. M. Janiuk & E. Samonek-Miciuk (Eds.), *Science and technology education for a diverse world—Dilemmas, needs and partnerships*. Paper presented at International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) XIthSymposium Proceedings (pp. 23 – 25). Lublin, Poland: Marie Curie-SklodowskaUniversity Press.

FOUREZ G. (1999), L'enseignement des sciences: en crise? *La Revue Nouvelle*, 110 (juillet- août), 96-99.

FOUREZ, G. (2002). Les sciences dans l'enseignement secondaire. *Didaskalia*, 21, 107-122.

GARCÍA MOLINER, F., (1995). La enseñanza media de las ciencias en España(1). *Levante- El mercantil Valenciano*, 17 de Octubre, p.4.

GESS NEWSOME ,J., TAYLOR, J.A, CARLSON J, GARDNER A, WILSON C.D, STUHLSTAZ M (2017) Teacher pedagogical content knowledge, practice, and student achievement, *International Journal of Science Education*

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.

GIL, D. Y CARRASCOSA, J. (1985). Science learning as a conceptual and methodological change. *European Journal of Science Education*, 7, 231-236.

GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. Y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona: Horsori.

GIL, D, FURIÓ, C; GAVIDIA V, (1998) El profesorado y la reforma educativa en España *Investigación en la Escuela*, 36 ,49-64

HASNI, A., POTVIN, P. (2015). Student's Interest in Science and Technology and its Relationships with Teaching Methods, Family Context and Self-Efficacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 10(3), 337-366.

HAZELKORN, E., RYAN, C., BEERNAERT, Y., CONSTANTINOU, C.P., DECA, L., GRANGEAT, M., KARIKORPI, M., LAZOUKIS, A., PINTÓ CASULLERAS, R., Y WELZEL-BREUER, M. (2015). *Science education for responsible citizenship*. Report to the European Commission of the expert group on science education. Descargado de: [http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub\\_science\\_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf](http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf) (25/11/2016).

HEILMAN, M. (2015). Gender stereotypes: Impediments to women's career progress. En I. Welp, P. Brosi, L. Ritzehöfer, & T. Schwarzmüller (Eds.), *Auswahl von Männern und Frauen als Führungskräfte. Perspektiven aus Wirtschaft, Wissenschaft, Medien und Politik* (pp. 73-84). doi: 10-1007/978-3-658-09469-0\_1

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.

HODSON, D. (1994). Seeking directions for change. The personalisation and politisation of science education. *Curriculum studies*, 2 (1), p.71-98.

HODSON, D. Y REID, D.J. (1987). Science for all: motives, meanings and implications. *School Science Review*, 69, 653-661.

HOFSTEIN, A. Y MAMLOK, R. (2011). High-school students' attitudes toward and interest in learning chemistry. *Educación Química*, 22(1), 90-102.

HURD, P.D., (1998), "Scientific literacy: New minds for a changing world", *Science Education*, 82, 407- 416.

JIMENEZ-ALEIXANDRE, M.P (2010). *Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

KOLSTØ, S.D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291-310. <https://doi.org/10.1002/sc.1011>

LINDAHL, B. (2003). *Pupils' responses to school science and technology? A longitudinal study of pathways to upper secondary school*. Tesis doctoral no publicada, Universidad de Kristianstad, Suecia.

LÓPEZ-VARONA, J.A. Y MORENO-MARTÍNEZ, M.L. (1996). Tercer estudio internacional de Matemáticas y Ciencias (TIMSS). *Revista de Educación*, 311, 315-336.

LOUDET-VERDIER, J. y MOSCONI, N. (1996): «Les interactions enseignant(e) s-élèves (filles ou garçons) dans des cours de mathématiques», en R. Clair (dir.), *La formation scientifique des filles, un enseignement au-dessus de tout soupçon?*, obra colectiva publicada bajo la égida de la Commission de la République française pour l'éducation, la science et la culture de la UNESCO. París: Liris.

MARÍN, N. (1999). Delimitando el campo de aplicación del cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 17, 80-92.

MARTÍN-DÍAZ, M.J. (2002), "Enseñanza de las ciencias ¿para qué?", *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 2. 57-63



MARBÁ-TALLADA, A. Y MÁRQUEZ, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de Ciencias? Un estudio trasversal de sexto de Primaria a Cuarto de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), pp. 19-30.

MARTÍN, M.J.; GUTIERREZ, M.S.; GÓMEZ; M.A. (2011). Las ciencias en la ESO desde la perspectiva de la educación científica. Pp127-149. En A. Caamaño (Ed.). *Física y Química. Complementos de formación disciplinar*. Barcelona: Grao.

MARTINEZ, L. (2012) *Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores*. São Paulo: Editora Unesp, 2012.

MARTÍNEZ, L. (2013). La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. *Góndola*, 8(1), 23-35

MECD, (2001 a). Real Decreto 3473/2000, de 29 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1007/91, de 14 de junio, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la educación secundaria obligatoria. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deportes.

MECD, (2001b). Real Decreto 3474/2000, de 29 de diciembre, por el que se modifican el Real Decreto 1700/91, de 29 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato, y el Real Decreto 1178/92, de 2 de octubre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas del bachillerato. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deportes.

MEC, (2013) Ley orgánica para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) (Ley Orgánica 8/2013, 9 de diciembre). Boletín Oficial del Estado, nº 295, 2013, 10 diciembre.

MELLADO, V., BORRACHERO, A.B., BRÍGIDO, M., MELO, L.V., DÁVILA, M.A., CAÑADA, F., CONDE, M.C., COSTILLO, E., CUBERO, J., ESTEBAN, R., MARTÍNEZ, G., RUIZ, C., SÁNCHEZ, J., GARRITZ, A., MELLADO, L., VÁZQUEZ, B., JIMÉNEZ, R. Y BERMEJO, M.L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 32(3), 11-36.

MEMBIELA, P., (ed.), (2002), “*Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia/Tecnología/Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*”, Madrid: Narcea.

MONK, M. and OSBORNE, J., (1997), “Placing the history and philosophy science on the curriculum: a model for the development of pedagogy”, *Science Education*, 81 405- 424.

- MURPHY, C. Y BEGGS, J. (2003). Children perceptions of school science. *School Science Review*, 84(308), 109-116.
- NIEDA, J., CAÑAS, A. y MARTÍN-DÍAZ, M.J., (en prensa), *Actividades para evaluar las Ciencias en secundaria*, Madrid, Visor-Cátedra UNESCO.
- OECD. (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. París: OECD.
- OECD, (2015). *Education at a Glance* <http://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2015>.
- OECD, (2018), *Education at a glance* [https://read.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2018\\_eag-2018-en](https://read.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2018_eag-2018-en)
- OLIVA, J.M. (1999). Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias* 17, 93-107.
- OLIVA, J.M. Y ACEVEDO, J.A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 241-250,
- OLIVERAS, B., MÁRQUEZ, C. Y SANMARTÍ, N. (2011). The Use of Newspaper Articles as a Tool to Develop Critical Thinking in Science Classes. *International Journal of Science Education*, 1-21.
- PELL, R. 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(8), 847-862.
- RATCLIFFE, M. (1997). Pupil decision making about socioscientific issues within the science curriculum. *International Journal of Science Education*, 19(2), 167-182. <https://doi.org/10.1080/0950069970190203>
- RATCLIFFE, M., & GRACE, M. (2003). *Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues*. Maidenhead: Open University Press.
- REID, D. J.; HODSON, D., (1987), *Science for all*, Londres: Cassell
- RIBELLES, R., SOLBES, J. Y VILCHES, A. (1995). Las interacciones CTS en la enseñanza de las ciencias. Análisis comparativo de la situación para la Física y Química y la Biología y Geología, *Comunicación, Lenguaje & Educación*, 28, pp. 135-143
- RIOS, E. Y SOLBES, J. (2002). ¿Qué piensan los estudiantes de ciclos de formación profesional sobre la ciencia y la tecnología? Origen de sus

concepciones. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 16, pp. 113-133.

RIOS, E. Y SOLBES, J. (2003). Relaciones ciencia, tecnología, sociedad (CTS), punto de encuentro entre ciencia y tecnología, *Alambique*, 38, pp. 62-70.

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. ET AL (2007). *Science education Now: A renewed Pedagogy for the future of Europe*. Brussels. European Communities.

RODRÍGUEZ, M. C., PEÑA, J. V., & INDA, M. M. (2012). Creencias de autoeficacia y elección femenina de estudios científico-tecnológicos. *Teoría de la Educación*, 24(1), 81-104. Recuperado de [gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/131084/1/Creencias de autoeficacia y elección fem.pdf](http://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/131084/1/Creencias%20de%20autoeficacia%20y%20elecci3n%20fem.pdf)

RODRÍGUEZ, M. C., INDA, M. M., PEÑA, J. V. (2014). Rendimiento en la PAU y elección de estudios científico-tecnológicos en razón de género. *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 25(1), 111-127. doi: 10.5944/reop.vol.25.num.1.2014.12016.

SADKER, M. Y D. SADKER (1994), *Failing at Fairness: How American Schools Cheat Girls*, Nueva York: Scribner.

SANTANA, L. E., FELICIANO, L., & JIMÉNEZ, A. B. (2012). Toma de decisiones y género en el bachillerato. *Revista de Educación*, 359, 357-387. doi:10.4438/1988- 592X-RE-2011-359-098.

SCHREINER, C. Y SJØBERG, S. (2004). ROSE: The relevance of science education. Sowing the seeds of ROSE. *Acta didactica*, 4. University of Oslo, Norway, Faculty of Education, Department of Teacher Education and School Development.

SJØBERG, S. (2004). *Science Education: The voice of the learners. Contribution to the Conference on Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe*. Bruselas, Unión Europea (2 de abril de 2004).

SJØBERG, S. Y SCHREINER, C. (2005). *Young people and science. Attitudes, values and priorities. Evidence from the ROSE project. Keynote*

*presentation at EU's Science and Society Forum 2005. Session 4: How to foster diversity, inclusiveness and equality in science. Bruselas, Unión Europea (9-11 de abril de 2005).*

SOLBES, J. (1999). Los valores en la enseñanza de las ciencias, *Alambique*, 22, 97-109.

SOLBES, J. (2002). *Les emprentes de la ciencia*. Alzira.Ed Germania

SOLBES, J. (2009a). 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. (2009). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (II): nuevas perspectivas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (2),190-212. [http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen6/Numero\\_6\\_2/Solbes\\_2009b.pdf](http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen6/Numero_6_2/Solbes_2009b.pdf)

SOLBES, J. (2011).¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique*, 67, 53-62.

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, 103-110.

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., RUIZ, J.J. Y FURIÓ, C. (2010). Debates y argumentación en las clases de física y química. *Alambique*, 63, 65-76.

SOLBES, J. y TARÍN, F.,( 1996). *Física 2º Bachillerato. Libro del alumno y guía didáctica*. (Octaedro: Barcelona).

SOLBES, J. y TRAVER, MJ., (1996). La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la Física y la química. *Enseñanza de las ciencias*,14 (1), 103-112.

SOLBES, J. TRAVER, M. (2001). Resultados obtenidos introduciendo la historia de la ciencia en las clases de física y química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas, *Enseñanza de las ciencias*, 19 (1), pp. 151-162.

SOLBES, J. y TRAVER, M. (2003). La història de la ciència i les relacions ciència, tecnologia, societat (CTS): eines contra el desinterès cap a la ciència, *Mètode*, 39, 7-13.

SOLBES, J. y TRAVER, M. (2003). Against negative image of science: history of science in the physics & chemistry Education, *Science & Education*, 12, pp. 703-717.

SOLBES, J. Y VILCHES, A (1989), Interacciones ciencia -técnica -sociedad: un instrumento de cambio actitudinal, *Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 14-20

SOLBES, J. y VILCHES, A., (1992). El modelo constructivista y las relaciones Ciencia / Técnica / Sociedad. *Enseñanza de las ciencias*, 10( 2), 181-186.

SOLBES, J. Y VILCHES, A. (1995). El profesorado y las actividades CTS, *Alambique*. 3, 30-38 .

SOLBES, J. Y VILCHES, A. (1997). STS Interactions and the teaching of Physics and Chemistry, *Science Education*, 81, pp. 377-386.

SOLBES, J. Y VILCHES, A. (2000). La introducción de las interacciones CTS en la enseñanza de las ciencias y su evolución, *Educación Química*, 14 (1), 387-385

SOLBES, J. Y VILCHES, A. (2002). Percepciones de los estudiantes de secundaria acerca de las interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad, *Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias* 1 (2), 12, 80,91

SOLBES, J. y VILCHES, A. (2004). Papel de la relaciones CTSA en la formación ciudadana, *Enseñanza de las Ciencias* 22 (3), pp. 337-348.

TRAVER I RIVER, M, (1996).*La història de les ciències en l'ensenyament de la física y la química*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia.

VAZQUEZ A, (1994) El paradigma de las concepciones alternativas y la formación de los profesores de ciencias.*Enseñanza de las ciencias*, 12,3-14

VÁZQUEZ, A. Y MANASSERO, M.A. (1998). Una propuesta de modelo integrado de aprendizaje como cambio conceptual, metodológico y actitudinal. En E. Banet y A. de Pro (Coord.), *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias*, Vol. I (pp. 148-158). Murcia: Diego Marín.

VÁZQUEZ, A. Y MANASSERO, M.A. (2002). La presencia de los temas CTS en el currículo a partir de los resultados del TIMSS. *II Seminario Ibérico*

*sobre CTS en la enseñanza de las ciencias: Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque CTS en los inicios del siglo XXI.* Valladolid: Universidad de Valladolid.

VÁZQUEZ, A. Y MANASSERO, M.A. (2007b). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): evidencias y argumentos generales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (2), 247-271.

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.

WAKS, L.J. (1990), “Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales”, en Medina y Sanmartín (eds), *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Estudios interdisciplinarios en la Universidad, en la educación y en la gestión pública*, Universidad del País Vasco, Anthropos.

WOLPERT, L. (1992). *La naturaleza no natural de la ciencia*. Madrid: Acento Editorial.

ZEIDLER, D.L.; OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; SIMON, S.; MONK, M. (2003), The Role of Argument During Discourse About Socioscientific Issues. 97-116. En D.L. Zeidler (ed.), *The Role of Moral Reasoning on Socioscientific Issues and Discourse in Science Education*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

ZEIDLER, D., SADLER, T., APPLEBAUM, S. Y CALLAHAN, B. (2009). Advancing reflective judgment through socioscientific issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 46 (1), 74-101. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.20281>



## ANEXOS

### ANEXO I (RED DE ANÁLISIS DE LIBROS DE TEXTO)

AGUSTENCH M. et al. (2000). *Física y Química 1º Bachillerato*, (SM)

ANDRÉS, DM; et al. (1999). *Física 2º Bachillerato* (Editex)

ANDRÉS, DM; et al. (1999). *Química 2º Bachillerato* ( Editex)

ANDRÉS, DM; et al. (2000). *Física y Química 1º Bachillerato* (Editex)

ARRÓSPIDE ROMÁN, R (2016). *Química 4º ESO*(Edelvives)

ARRÓSPIDE ROMÁN, R (2015). *Química 3º ESO*( Edelvives)Volúmen de Física y de Química

BALIBREA, S.; et al. (2002).*Ciències de la natura 1º ESO* (Anaya)

BALLESTERO J, et al. (2002). *Física y química Primero de bachillerato*, (Oxford)

BARRIO GÓMEZ DE AGÜERO; J. (2003). *Segundo de Bachillerato*

CAAMAÑO, A; et al. (1998). *Física y Química 4º ESO*, (Teide)

CAAMAÑO, A; et al. (1996). *Ciencias de la naturaleza 1º ESO*, (Teide)

CAÑAS, A; et al. (2002). *Física y Química 3º ESO* (Proyecto ecosfera),(SM)

DE PRADA, F;( 2015). *Física y Química 3º ESO* (Proyecto Savia sm)

ENCISO E; et al./1998). *Física y Química 2º Bachillerato*, (Ecir)

FIDALGO FERNÁNDEZ, J.A. et al. (1998) *Física 2º de Bachillerato*, (Everest)

FIDALGO FERNÁNDEZ, J A; FERNÁNDEZ PÉREZ M R. (2002). *Física y Química 1º Bachillerato*, (Everest)

FIDALGO FERNÁNDEZ, J. A; FERNÁNDEZ PÉREZ M R (.2002). *Física y Química 3º ESO*, (Everest)



FIDALGO FERNÁNDEZ, J.A.; FERNÁNDEZ PÉREZ M R.(2003).*Física y Química 4º ESO*,(Everest)

FIDALGO FERNÁNDEZ, J.A. et al. (1997). *Ciencias de la naturaleza de 2º ESO*, (Everest)

GALINDO, A; et al. ;(2000) *Física y Química 1º Bachillerato*. (Mc Graw Hill)

GRUPO EDEBÉ, (1996). *Ciencias de la naturaleza 1º ESO*, (Editex)

GRUPO EDEBÉ, (2002). *Física y Química 1º Bachillerato*, (Editex)

MANUEL MARTÍNEZ, MM; FAJARDO GÓMEZ, JC; (2016) *Química 2º Bachillerat* (Edelvives)

NACENTA, P; DE PRADA, F. (2015) *Física y química 1º Bachillerato*. (Proyecto savia SM)

PEÑA, A.; et al. (2002). *Física y Química 3º ESO*. (Mc Graw Hill)

PUENTE J; et al. (2002). *Física y Química 3º ESO* (Proyecto Newton) ,( SM)

RUIZ, A; et al. (2000). *Química 2º Bachillerato*. (Mc Graw Hill)

SATOCA VALERO, J.; et al., (2000). *Física y Química 1º Bachillerato* (Anaya)

VIDAL FERNÁNDEZ, MC; (2010) *Física 2º Bachillerato*. (Santillana)

VILCHEZ, JM; et al., (2016) *Física y química 4º ESO*. (Anaya) Volúmenes I, II y II

VILCHEZ, JM; et al., (2016) *Física y química 2º ESO*. (Anaya)

## ANEXO II (RESULTADOS ESTADÍSTICOS)

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov.Cuestionario 1. grupo pre-test

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
CUESTIONARIO1-PRE	83	3,42	1,631	0	8

PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA UNA MUESTRA		
		CUESTIONARIO 1-PRE
N		83
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	3,42
	Desviación estándar	1,631
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,133
	Positivo	,132
	Negativo	-,133
Estadístico de prueba		,133
Sig. asintótica (bilateral)		,001 <sup>c</sup>

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov.Cuestionario 1. grupo post-test

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
CUESTIONARIO 1. POST	83	5,7470	1,75196	2,00	8,00

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
		CUESTIONARIO 1 POST
<b>N</b>		83
<b>Parámetros normales<sup>a,b</sup></b>	<b>Media</b>	5,7470
	<b>Desviación estándar</b>	1,75196
<b>Máximas diferencias extremas</b>	<b>Absoluta</b>	,148
	<b>Positivo</b>	,142
	<b>Negativo</b>	-,148
<b>Estadístico de prueba</b>		,148
<b>Sig. asintótica (bilateral)</b>		,000 <sup>c</sup>

Prueba de Kolmorov-Smirnov. Cuestionario 1. grupo control

Estadísticos descriptivos					
	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>CONTROL</b>	91	2,3735	2,13399	,00	8,00

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
		CONTROL
<b>N</b>		91
<b>Parámetros normales<sup>a,b</sup></b>	<b>Media</b>	2,3735
	<b>Desviación estándar</b>	2,13399
<b>Máximas diferencias extremas</b>	<b>Absoluta</b>	,210
	<b>Positivo</b>	,210
	<b>Negativo</b>	-,133
<b>Estadístico de prueba</b>		,210
<b>Sig. asintótica (bilateral)</b>		,000 <sup>c</sup>

Prueba de Kolmogorov-Smirnov.Cuestionario 2. grupo pre-test

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación es- tándar	Mínimo	Máximo
<b>CUESTIONA- RIO 2. PRE</b>	83	1,0843	1,49963	,00	6,00

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
		<b>CUESTIONARIO2.PRE</b>
<b>N</b>	83	
<b>Parámetros normales<sup>a,b</sup></b>	<b>Media</b>	1,0843
	<b>Desviación estándar</b>	1,49963
<b>Máximas diferencias extremas</b>	<b>Absoluta</b>	,306
	<b>Positivo</b>	,306
	<b>Negativo</b>	-,235
<b>Estadístico de prueba</b>		,306
<b>Sig. asintótica (bilateral)</b>		,000 <sup>c</sup>

Prueba de Kolmogorov-Smirnov.Cuestionario 2. grupo post-test

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación es- tándar	Mínimo	Máximo
<b>CUESTIONARIO2- POST</b>	83	8,6024	2,48380	2,00	12,00

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
		CUESTIONARIO2-POST
<b>N</b>	83	
<b>Parámetros normales<sup>a,b</sup></b>	<b>Media</b>	8,6024
	<b>Desviación estándar</b>	2,48380
<b>Máximas diferencias extremas</b>	<b>Absoluta</b>	,138
	<b>Positivo</b>	,138
	<b>Negativo</b>	-,134
<b>Estadístico de prueba</b>		,138
<b>Sig. asintótica (bilateral)</b>		,000 <sup>c</sup>

Prueba de Kolmorov-Smirnov. Cuestionario 2. grupo control

Estadísticos descriptivos					
	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>CONTROL</b>	91	1,7952	1,46303	,00	6,00

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
		CONTROL
<b>N</b>		91
<b>Parámetros normales<sup>a,b</sup></b>	<b>Media</b>	1,7952
	<b>Desviación estándar</b>	1,46303
<b>Máximas diferencias extremas</b>	<b>Absoluta</b>	,215
	<b>Positivo</b>	,215
	<b>Negativo</b>	-,125
<b>Estadístico de prueba</b>		,215

Sig. asin a. La distribución de prueba es normal. b. Se calcula a partir de datos. c. Corrección de significación de Lilliefors. tónica (bilateral)	,000 <sup>c</sup>
---	-------------------

### Prueba Wilcoxon.Cuestionario 1. control – pre-test

Rangos				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
<b>CONTROL - PRE-TEST</b>	<b>Rangos negativos</b>	45 <sup>a</sup>	38,77	1744,50
	<b>Rangos positivos</b>	30 <sup>b</sup>	36,85	1105,50
	<b>Empates</b>	8 <sup>c</sup>		
	<b>Total</b>	83		

- a. CONTROL < PRE-TEST
- b. CONTROL > PRE-TEST
- c. CONTROL = PRE-TEST

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	<b>CONTROL - PRE-TEST</b>
<b>Z</b>	-1,700 <sup>b</sup>
<b>Sig. asintótica (bilateral)</b>	,089

- a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
- b. Se basa en rangos positivos.

## Prueba Wilcoxon.Cuestionario 2. control– pre-test

<b>Rangos</b>				
		<b>N</b>	<b>Rango promedio</b>	<b>Suma de rangos</b>
<b>CONTROL - PRE-TEST</b>	<b>Rangos negativos</b>	24 <sup>a</sup>	29,42	706,00
	<b>Rangos positivos</b>	32 <sup>b</sup>	27,81	890,00
	<b>Empates</b>	27 <sup>c</sup>		
	<b>Total</b>	83		

- a. CONTROL < PRE-TEST
- b. CONTROL > PRE-TEST
- c. CONTROL= PRE-TEST

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>	
	<b>CONTROL - PRE-TEST</b>
<b>Z</b>	-,764 <sup>b</sup>
<b>Sig. asintótica (bilateral)</b>	,445

- a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
- b. Se basa en rangos negativos.

## Prueba Wilcoxon.Cuestionario 1.pre-test – post-test

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>	
	<b>POST-TEST - PRE-TEST</b>
<b>Z</b>	-7,047 <sup>b</sup>
<b>Sig. asintótica (bilateral)</b>	,000

- a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
- b. Se basa en rangos negativos.

Prueba Wilcoxon.Cuestionario 2 .pre-test – post-test

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	POST-TEST- PRE-TEST
<b>Z</b>	-9,919 <sup>b</sup>
<b>Sig. asintótica (bilateral)</b>	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Homogeneidad marginal.Cuestionario 1

Prueba de homogeneidad marginal				
	PRE-TEST 1 & POST- TEST1	PRE-TEST-2& POST-TEST 2	PRE-TEST 3& POST-TEST-3	PRE-TEST 4& POST-TEST 4
<b>Valores distintos</b>	3	3	3	4
<b>Casos fuera de la diagonal</b>	44	57	70	58
<b>Estadístico MH observado</b>	16,000	43,000	37,000	52,000
<b>Estadístico MH de media</b>	41,000	52,000	73,000	78,500
<b>Desviación estándar del estadístico MH</b>	4,472	4,899	5,292	4,610
<b>Estadístico MH estándar</b>	-5,590	-1,837	-6,803	-5,749
<b>Sig. asintótica (bilateral)</b>	,000	,066	,000	,000



## Homogeneidad marginal.Cuestionario 2

Prueba de homogeneidad marginal						
	PRE-TEST 1 & POST-TEST 1	PRE-TEST2 & PST-TEST2	PRE-TEST 3 & POST-TEST3	PRETEST-4 & POST-TEST-4	PRETEST-5 & POST-TEST-5	PRETEST-6 & POST-TEST-6
Valores distintos	3	3	3	3	4	3
Casos fuera de la diagonal	59	75	77	71	75	69
Estadístico MH observado	12,000	5,000	4,000	3,000	8,000	20,000
Estadístico MH de media	52,000	53,000	63,500	58,500	69,000	68,000
Desviación estándar del estadístico MH	5,523	5,874	7,124	6,910	7,382	6,245
Estadístico MH estándar	-7,243	-8,172	-8,352	-8,032	-8,263	-7,686
Sig. asintótica (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,000	,000

## Tablas de contingencia.Cuestionario 1

### Ítem 1

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PRE-TEST 1* POST-TEST1	83	100,0%	0	0,0%	83	100,0%

Tabla cruzada PRE-TEST 1* POST-TEST1					
Recuento					
		POST-TEST			Total
		0	1	2	
PRE-TEST	0	2	19	11	32
	1	0	12	12	24
	2	1	1	25	27
Total		3	32	48	83

## Ítem 2

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PRE-TEST 2 * POST-TEST2	83	100,0%	0	0,0%	83	100,0%

Tabla cruzada PRE-TEST 2 * POST-TEST2					
Recuento					
		POST-TEST			Total
		0	1	2	
PRE-TEST	0	6	15	9	30
	1	12	13	11	36
	2	4	6	7	17
Total		22	34	27	83

### Ítem 3

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
<b>PRE-TEST 3* POST-TEST3</b>	83	100,0%	0	0,0%	83	100,0%

Tabla cruzada PRE-TEST 3* POST-TEST3					
Recuento					
		POST-TEST3			Total
		0	1	2	
PRE-TEST 3	0	3	25	13	41
	1	0	4	27	31
	2	1	4	6	11
Total		4	33	46	83

### Ítem 4

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
<b>PRE-TEST 4 * POST-TEST4</b>	83	100,0%	0	0,0%	83	100,0%

Tabla cruzada PRE-TEST 4 * POST-TEST4					
Recuento					
		POST-TEST4			Total
		0	1	2	
PRETEST-4	0	2	6	8	16
	1	0	15	38	53
	2	0	5	9	14
Total		2	26	55	83

### Tablas de contingencia. Cuestionario 2

#### Ítem 1

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcen- taje	N	Porcen- taje	N	Porcen- taje
	PRE-TEST1 * POST- TEST1	83	100,0%	0	0,0%	83

Tabla cruzada PRE-TEST1 * POST-TEST1					
Recuento					
		POST-TEST 1			Total
		,00	1,00	2,00	
PRE-TEST1	,00	9	26	21	56
	1,00	0	14	12	26
	2,00	0	0	1	1
Total		9	40	34	83

## Ítem 2

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
<b>PRE-TEST2 * POST-TEST2</b>	83	100,0%	0	0,0%	83	100,0%

Tabla cruzada PRE-TEST2 * POST-TEST2					
Recuento					
		POST-TEST2			Total
		,00	1,00	2,00	
PRE-TEST2	,00	7	49	21	77
	1,00	0	1	5	6
Total		7	50	26	83

## Ítem 3

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
<b>PRE-TEST3 * POST-TEST3</b>	83	100,0%	0	0,0%	83	100,0%

Tabla cruzada PRE-TEST 3- POST-TEST3					
Recuento					
		POST-TEST 3			Total
		,00	1,00	2,00	
PRE-TEST 3	,00	5	31	42	78
	1,00	0	1	4	5
Total		5	32	46	83

#### Ítem 4

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcen- taje	N	Porcen- taje	N	Porcen- taje
	PRE-TEST 4 * POST-TEST 4	83	100,0%	0	0,0%	83

Tabla cruzada PRE-TEST 4 * POST-TEST 4					
Recuento					
		POST-TEST4			Total
		,00	1,00	2,00	
PRE-TEST 4	,00	6	28	40	74
	1,00	0	1	3	4
	2,00	0	0	5	5
Total		6	29	48	83

## Ítem 5

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
<b>PRE-TEST5 * POST-TEST5</b>	83	100,0%	0	0,0%	83	100,0%

Tabla cruzada PRE-TEST5 * POST-TEST5					
Recuento					
		POST-TEST5			Total
		,00	1,00	2,00	
PRE-TEST 5	,00	6	21	46	73
	1,00	0	2	8	10
Total		6	23	54	83

## Ítem 6

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
<b>PRE-TEST6-POST-TEST 6</b>	83	100,0%	0	0,0%	83	100,0%

Tabla cruzada PRE-TEST6-POST-TEST 6					
Recuento					
		POST-TEST 6			Total
		,00	1,00	2,00	
PRE-TEST 6	,00	7	20	29	56
	1,00	1	7	19	27
Total		8	27	48	83

Prueba no paramétrica U de mann-whitney.Cuestionario 1. Grupos control-pre.

---

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
<b>U de Mann-Whitney</b>	2809,000
<b>W de Wilcoxon</b>	6295,000
<b>Z</b>	-2,086
<b>Sig. asintótica (bilateral)</b>	,037

Prueba no paramétrica U de mann-whitney.Cuestionario 1. Grupos control-post-test.

---

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	VAR00002
U de Mann-Whitney	966,500
W de Wilcoxon	4452,500
Z	-8,071
Sig. asintótica (bilateral)	,000



Prueba no paramétrica U de mann-whitney.Cuestionario 2. Grupos control-  
pre-test.

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
U de Mann-Whitney	3191,000
W de Wilcoxon	6677,000
Z	-,871
Sig. asintótica (bilateral)	,384

Prueba no paramétrica U de mann-whitney.Cuestionario 2. Grupos control-  
post-test

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	VAR00002
U de Mann-Whitney	138,500
W de Wilcoxon	918,500
Z	-8,197
Sig. asintótica (bilateral)	,000

## Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos control-pre-test.Ítem 1

---

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	14,279 <sup>a</sup>	2	,001
<b>Razón de verosimilitud</b>	15,285	2	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	1,290	1	,256

a. 0 casillas (,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 9,59.

## Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos control- pre-test.Ítem 2

---

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	21,801 <sup>a</sup>	2	,000
<b>Razón de verosimilitud</b>	26,624	2	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	21,049	1	,000

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 5,43.

## Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos control -pre-test.Ítem 3

---

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	3,064 <sup>a</sup>	2	,216
<b>Razón de verosimilitud</b>	3,254	2	,196
<b>Asociación lineal por lineal</b>	,032	1	,859

a. 1 casillas (16,7%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 4,16.

#### Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos control-pre-test.Ítem 4

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	12,310 <sup>a</sup>	3	,006
<b>Razón de verosimilitud</b>	12,456	3	,006
<b>Asociación lineal por lineal</b>	10,772	1	,001

a. 3 casillas (37,5%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,32.

#### Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2.Grupos control -pre-test.Ítem 1

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	,946 <sup>a</sup>	2	,623
<b>Razón de verosimilitud</b>	1,161	2	,560
<b>Asociación lineal por lineal</b>	,358	1	,549

a. 2 casillas (33,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,23.

Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos control -pre-test.Ítem 2

Pruebas de chi-cuadrado					
	Valor	gl	Significa- ción asintó- tica (bilate- ral)	Significa- ción exacta (bilateral)	Significa- ción exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pear- son	1,068 <sup>a</sup>	1	,302		
Corrección de conti- nuidad <sup>b</sup>	,379	1	,538		
Razón de verosimili- tud	1,222	1	,269		
Prueba exacta de Fis- her				,428	,282
Asociación lineal por lineal	1,059	1	,303		

a. 2 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 2,24.

Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos control -pre-test.Ítem 3

Pruebas de chi-cuadrado					
	Valor	gl	Significa- ción asintó- tica (bilate- ral)	Significa- ción exacta (bilateral)	Significa- ción exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pear- son	,696 <sup>a</sup>	1	,404		
Corrección de conti- nuidad <sup>b</sup>	,214	1	,644		

<b>Razón de verosimilitud</b>	,662	1	,416		
<b>Prueba exacta de Fisher</b>				,465	,312
<b>Asociación lineal por lineal</b>	,690	1	,406		

a. 1 casillas (25,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 2,88.

#### Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos control -pre-test.Ítem 4

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	3,939 <sup>a</sup>	2	,140
<b>Razón de verosimilitud</b>	3,637	2	,162
<b>Asociación lineal por lineal</b>	,743	1	,389

a. 3 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 2,24.

#### Prueba chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos control -pre-test.Ítem 5

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>					
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>	<b>Significación exacta (bilateral)</b>	<b>Significación exacta (unilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	5,118 <sup>a</sup>	1	,024		
<b>Corrección de continuidad<sup>b</sup></b>	3,642	1	,056		

<b>Razón de verosimilitud</b>	8,117	1	,004		
<b>Prueba exacta de Fisher</b>				,030	,018
<b>Asociación lineal por lineal</b>	5,076	1	,024		

a. 1 casillas (25,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 3,20.

### Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos control -pre-test.Ítem 6

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>					
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>	<b>Significación exacta (bilateral)</b>	<b>Significación exacta (unilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	13,473 <sup>a</sup>	1	,000		
<b>Corrección de continuidad<sup>b</sup></b>	11,832	1	,001		
<b>Razón de verosimilitud</b>	17,424	1	,000		
<b>Prueba exacta de Fisher</b>				,000	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	13,363	1	,000		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 8,95.

## Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos pre-post-test.Ítem 1

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	31,051 <sup>a</sup>	2	,000
<b>Razón de verosimilitud</b>	35,151	2	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	24,760	1	,000
<b>N de casos válidos</b>	166		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 17,50.

## Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos pre-post-test.Ítem 2

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	3,561 <sup>a</sup>	2	,169
<b>Razón de verosimilitud</b>	3,586	2	,166
<b>Asociación lineal por lineal</b>	3,368	1	,066
<b>N de casos válidos</b>	166		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 22,00.

Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos pre-post-test.Ítem 3

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	51,976 <sup>a</sup>	2	,000
<b>Razón de verosimilitud</b>	58,549	2	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	50,951	1	,000
<b>N de casos válidos</b>	166		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 22,50.

Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos pre-post-test.Ítem 4

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	44,479 <sup>a</sup>	2	,000
<b>Razón de verosimilitud</b>	47,860	2	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	42,152	1	,000
<b>N de casos válidos</b>	166		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 9,00.

Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos pre-post-test.Ítem 1

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	68,069 <sup>a</sup>	2	,000



<b>Razón de verosimilitud</b>	80,259	2	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	67,261	1	,000
<b>N de casos válidos</b>	166		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 17,50.

### Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos pre-post-test.Ítem 2

---

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	118,905 <sup>a</sup>	2	,000
<b>Razón de verosimilitud</b>	143,800	2	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	102,084	1	,000
<b>N de casos válidos</b>	166		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 13,00.

### Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos pre-post-test.Ítem 3

---

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	129,908 <sup>a</sup>	2	,000
<b>Razón de verosimilitud</b>	163,032	2	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	116,566	1	,000
<b>N de casos válidos</b>	166		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 18,50.

### Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos pre-post-test.Ítem 4

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	111,626 <sup>a</sup>	2	,000
<b>Razón de verosimilitud</b>	130,006	2	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	95,225	1	,000
<b>N de casos válidos</b>	166		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 16,50.

### Prueba chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos pre-post-test.Ítem 5

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	115,944 <sup>a</sup>	2	,000
<b>Razón de verosimilitud</b>	147,175	2	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	112,607	1	,000
<b>N de casos válidos</b>	166		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 16,50.

Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos pre-post-test.Ítem 6

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	84,000 <sup>a</sup>	2	,000
<b>Razón de verosimilitud</b>	107,038	2	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	82,932	1	,000
<b>N de casos válidos</b>	166		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 24,00.

Prueba chicuadrado.Cuestionario 1. grupos control-post-test.Ítem 1

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	37,554 <sup>a</sup>	2	,000
<b>Razón de verosimilitud</b>	41,710	2	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	37,175	1	,000
<b>N de casos válidos</b>	122		

a. 1 casillas (16,7%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 4,80.

---

Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos control-post-test.Ítem 2

---

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	33,054 <sup>a</sup>	2	,000
<b>Razón de verosimilitud</b>	40,057	2	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	31,528	1	,000
<b>N de casos válidos</b>	122		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 8,63.

---

Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos control-post-test.Ítem 3

---

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	41,039 <sup>a</sup>	2	,000
<b>Razón de verosimilitud</b>	45,566	2	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	40,408	1	,000
<b>N de casos válidos</b>	122		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 6,71.

---

Prueba Chicuadrado.Cuestionario 1. Grupos control-post-test.Ítem 4

---

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>

<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	55,899 <sup>a</sup>	2	,000
<b>Razón de verosimilitud</b>	62,824	2	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	55,009	1	,000

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 6,71.

### Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos control-post-test.Ítem 1

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	32,611 <sup>a</sup>	2	,000
<b>Razón de verosimilitud</b>	41,349	2	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	32,339	1	,000

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 8,95.

### Prueba Chicuadrado.cuestionario 2. Grupos control-post-test.Ítem 2

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	90,312 <sup>a</sup>	2	,000
<b>Razón de verosimilitud</b>	104,152	2	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	68,317	1	,000

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 8,31.

### Prueba Chicuadrado.cuestionario 2. Grupos control-post-test.Ítem 3

---

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	85,535 <sup>a</sup>	2	,000
<b>Razón de verosimilitud</b>	97,638	2	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	72,523	1	,000

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 11,51.

### Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos control-post-test.Ítem 4

---

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	85,535 <sup>a</sup>	2	,000
<b>Razón de verosimilitud</b>	97,638	2	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	72,523	1	,000

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 11,51.

Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos control-post-test.Ítem 5

---

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	98,090 <sup>a</sup>	2	,000
<b>Razón de verosimilitud</b>	117,555	2	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	81,328	1	,000

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 7,35.

Prueba Chicuadrado.Cuestionario 2. Grupos control-post-test.Ítem 6

---

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	98,090 <sup>a</sup>	2	,000
<b>Razón de verosimilitud</b>	117,555	2	,000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	81,328	1	,000

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 7,35.