

El uso de las cuestiones sociocientíficas para mejorar la imagen de la ciencia y el interés del alumnado de ESO

M^a Rosa Monserrat 

IES Joanot Martorell (Valencia) y Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universitat de València. España. maria.r.monserrat@uv.es

José Cantó 

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universitat de València. España. jose.canto@uv.es

Jordi Solbes 

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universitat de València. España. jordi.solbes@uv.es

[Recibido: 07 junio 2024, Revisado: 09 septiembre 2024, Aprobado: 20 enero 2025]

Resumen: El desinterés del alumnado de secundaria hacia la Física y Química es un hecho que va asociado a una pérdida de alumnado que estudia grados científicos y que se agrava por cuestión de género. Una de las razones de esta situación es la no conexión de la docencia con la realidad. Por ello, se hace necesario indagar si el uso de cuestiones sociocientíficas (CSC) puede mejorar la opinión y la imagen del alumnado de la ESO con respecto a la Física y Química. Para ello hemos planteado un estudio multi-diseño en el cual se hizo uso de los datos de matrícula en las pruebas de acceso a la universidad, de los datos de matriculación de las facultades de ciencias de la Universitat de València, se realizó una entrevista semiestructurada a un grupo de 22 alumnos de ESO y Bachillerato para conocer sus opiniones y se realizó un diseño experimental pre-post con un grupo experimental de 83 estudiantes de secundaria. Los resultados muestran que el uso de las CSC mejora considerablemente la visión de la Física y Química.

Palabras clave: Cuestiones sociocientíficas; Desinterés; Educación Secundaria; Imagen de la ciencia.

The use of socio-scientific issues to improve the image of science and the interest of ESO students

Abstract: The disinterest of secondary school students in Physics and Chemistry is a fact that is associated with a loss of students studying scientific degrees and that is aggravated by gender. One of the reasons for this situation is the lack of connection between teaching and reality. Therefore, it is necessary to investigate whether the use of socio-scientific issues (CSC) can improve the opinion and image of ESO students with respect to Physics and Chemistry. To this end, we have proposed a multi-design study in which we used enrollment data from university entrance exams, enrollment data from the science faculties of the University of Valencia, and also a semi-structured interview was conducted. to a group of 22 students to find out their opinions and a pre-post experimental design was carried out with an experimental group of 83 secondary school students. The results show that the use of CSC considerably improves the vision of Physics and Chemistry.

Keywords: Disinterest; Image of science; Secondary Education; Socio-scientific issues.

Para citar este artículo: Monserrat, M. R., Cantó, J. y Solbes, J. (2025) El uso de las cuestiones sociocientíficas para mejorar la imagen de la ciencia y el interés del alumnado de ESO. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 22(1), 1101. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2025.v22.i1.1101

Introducción

El desinterés del aprendizaje de las ciencias por los estudiantes de enseñanza secundaria ha sido un tema recurrente en Didáctica de las Ciencias (DC). Así, Osborne y Collins (2000)

ya mostraron su bajo interés por las materias científicas (siendo la biología más atractiva que la física y química), teniendo, en general, una actitud negativa hacia la ciencia y su estudio (Osborne et al., 2003). El informe Rocard advertía, hace más de quince años, de una tendencia negativa del número de jóvenes de Europa que estudian ciencias, indicando el peligro que suponía para el desarrollo europeo y señalando como una de las principales causas en la manera como se enseña la ciencia (Rocard et al., 2007). Solbes y colaboradores (2007) mostraron el carácter multicausal de esta situación tomando en consideración otros aspectos como: la propia organización curricular de las ciencias, la imagen negativa de las ciencias, las cuestiones de género... que han provocado el continuo abandono de los estudios científicos en España (Esteve y Solbes, 2017).

Existen distintas líneas de actuación en la DC que intentan frenar e invertir esta situación abordando diferentes frentes: relacionar la imagen que tiene la ciencia entre el público y su estatus de en nuestro sistema educativo (Solbes, 2011); actuar sobre ciertos estereotipos (Truffa, 2012); mostrar el no reconocimiento del impacto que tiene la ciencia en su vida personal (Gil, 2012), etc. Si focalizamos nuestro estudio en la pérdida de interés y las actitudes de los alumnos hacia el estudio de las asignaturas científicas encontramos cuatro aspectos destacados:

- El hecho que esta pérdida de interés en los alumnos y alumnas no se produce de igual modo en toda la escolarización, sino que aumenta gradualmente a lo largo de la escolarización, siendo más pronunciado en el segundo ciclo de la educación secundaria obligatoria que en el primero o etapas anteriores (Robles et al., 2015).
- La importancia de lo que sucede en la Educación Secundaria, como manifiesta Krüger y colaboradores (2022), que no encontraron cambios significativos entre la opinión estos estudiantes hacia la ciencia y la de estudiantes universitarios de carreras científicas.
- La presencia de diferencias significativas en el interés que muestra el alumnado dentro de las áreas de ciencias, siendo más importante en el caso de matemáticas y física y química y en menor grado en Biología (Osborne y Collins, 2000).
- Y, por último, la persistencia de una brecha de género que considera la profesión científica como más propia de hombres (Pérez y de Pro, 2018).

Pero, por otro lado, también existen estudios que muestran una mejora de la confianza en la ciencia por la sociedad en general y, por el alumnado de la ESO en particular debido, sobre todo, a la rápida respuesta de la ciencia ante la epidemia de COVID-19 (Blanco et al., 2023).

Una de las causas que se relacionan con este desinterés, es la ausencia de relaciones ciencia-tecnología-sociedad (CTS), de aspectos relevantes de historia de la ciencia en la enseñanza, así como del trabajo de Cuestiones sociocientíficas (CSC) en los textos escolares utilizados (Carroll et al., 2024; Sadler et al., 2016; Solbes et al., 2007; Solbes, 2013; Torres y Solbes, 2016). En este artículo se muestra un trabajo con diferentes actividades desde un enfoque CSC.

El término CSC nace en conexión con la toma de decisiones (Ratcliffe, 1997) y con la alfabetización científica de la ciudadanía (Kolsto, 2006) incluyendo aspectos éticos (Zeidler, 2003), 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. 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 DC, y el conocimiento del alumnado para, de esta manera, conseguir que su interés aumente y se produzca una alfabetización científica de la sociedad. Mediante el trabajo con CSC se consigue que los alumnos y alumnas argumenten, establezcan relaciones de lo aprendido con su vida cotidiana, y con ello aumentan su interés hacia la ciencia (Hasny y Potvin, 2015) y, además, potencian habilidades científicas como la argumentación (Aziz y Johari, 2023).

Por estas razones, el presente trabajo plantea, como objetivo general, indagar si el uso de las CSC mejora la imagen de la ciencia y aumenta el interés de los estudiantes del segundo ciclo de la ESO hacia su estudio. Para lograr este objetivo general, se definen los siguientes tres objetivos específicos (OE):

- OE1: Analizar la disminución del alumnado que estudia ciencias.
- OE2: Indagar sobre la opinión del alumnado sobre las causas de esta disminución y acerca de la utilidad de las CSC en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.
- OE3: Propiciar la mejora de la imagen de la Física y Química en el alumnado de segundo ciclo de la ESO, mediante el diseño, implementación y evaluación de una propuesta didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de la Física y la Química en la que se aborden CSC.

El análisis del desinterés del alumnado de secundaria por la Física y Química y las causas del mismo (OE2), puede explicar, en parte, el abandono de determinados estudios científicos (OE1) y, por otra parte, sugerir propuestas basadas en CSC para mejorar el interés hacia la ciencia y la imagen de la misma y comprobar si efectivamente contribuyen a ello (OE3).

Además, transversalmente a estos OE, se tendrá en cuenta la cuestión de género puesto que diferentes estudios han evidenciado la importancia de su influencia en la educación obligatoria en nuestro país, tanto en la Primaria (Dapía et al., 2019), como en la Secundaria (López et al., 2021).

Metodología

Los diseños de instrumentos de observación y recogida de información para conseguir los objetivos anteriormente mencionados, han consistido en la elaboración, ensayo y aplicación de distintos cuestionarios, entrevistas, análisis de datos de matriculación y análisis de bibliografía. Se trata de un diseño múltiple y convergente, es decir, que aborda la misma cuestión desde diversos diseños. Pasamos a describirlos:

- Respecto al OE1, se recopilamos y comparamos los datos del alumnado matriculado en las asignaturas de ciencias en las pruebas de acceso a la universidad de la Comunidad Valenciana a lo largo de 26 años (desde el año 1996 hasta el 2023) a partir de los ofrecidos por Solbes et al. (2007) y por Solbes (2011) que llegaban hasta el 2006 y 2010 respectivamente. También se obtuvieron, para poder comparar y tener en cuenta la cuestión de género, los datos del porcentaje de mujeres matriculadas tanto de manera global en la Universitat de València, así como en los diferentes centros de esta universidad donde se imparten grados de carácter científico.
- En cuanto al OE2, se realizaron entrevistas semiestructuradas (ver Anexo 1) a alumnos y alumnas de ESO y Bachillerato. La muestra de 22 alumnos 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. Las entrevistas se realizaron hacia el final del curso escolar para no interferir, en algunos de ellos, en la formación que estaban recibiendo.

- Para el OE3, se realizó una intervención didáctica con 83 estudiantes, que cursaban 2º, 3º y 4º de ESO mediante el uso de diferentes CSC (un ejemplo puede verse en el Anexo 2), a los que se les aplicó un cuestionario en un estudio pre-post. La muestra es de conveniencia, vinculada a Institutos en los que ha trabajado una de los autores.

Los cuestionarios fueron validados por expertos y con un ensayo piloto. Además, se les aplicó la prueba estadística alfa de Cronbach dando un resultado de 0,7 lo que demuestra la fiabilidad de los mismos.

Resultados y Discusión

Con respecto a la disminución de alumnado que estudia ciencias

Los datos del alumnado matriculado en las asignaturas de ciencias en las pruebas de acceso a la universidad en la Comunidad Valenciana en el período 1996-2023, reflejados en la Figura 1 corroboran la disminución del alumnado matriculado en ciencias en el intervalo temporal estudiado. Además, no sólo se puede observar la disminución del alumnado que se presenta a las PAU en Física, Química y Biología, sino que podemos destacar no se produce igual en todas las ciencias. Tenemos que, tomando como referencia el año 1996 y el 2023, el descenso de estudiantes que realizan la prueba de Física es del 50,0%, mientras que en Química es del 35,3% y en Biología del 21,2%.

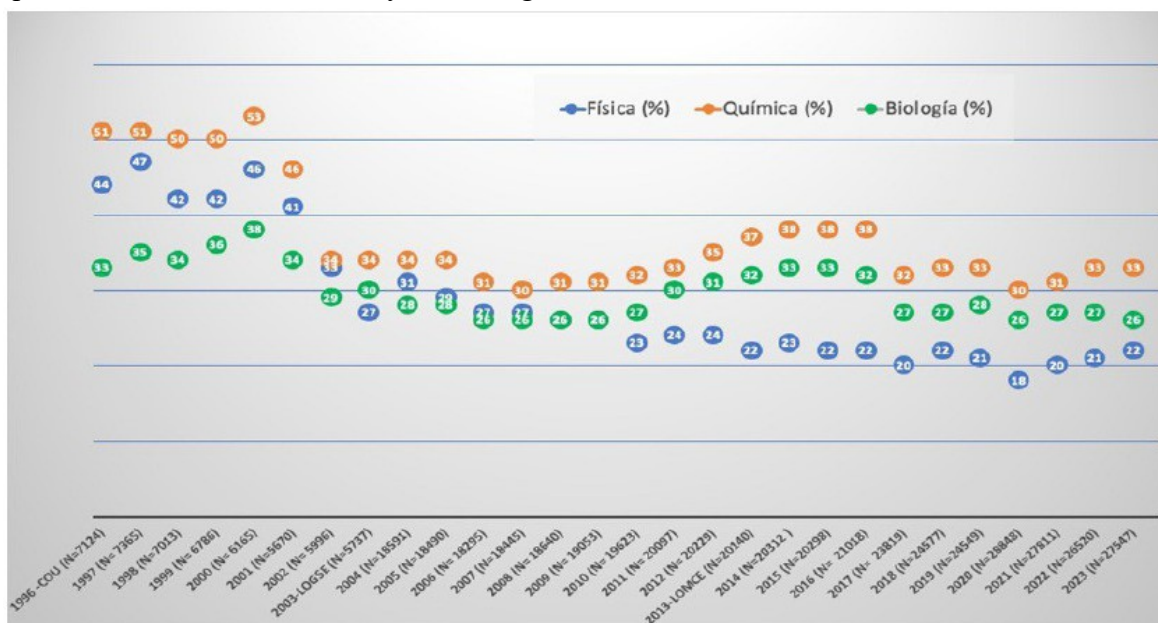


Figura 1. Porcentaje de alumnado matriculado en Física (azul), Química (naranja) y Biología (verde) sobre el total (N) de alumnado que realizó las Pruebas de Acceso a la Universidad (PAU) en el Sistema Universitario Valenciano en el período 1996-2023. Fuente: Generalitat Valenciana.

De estos resultados por asignatura se puede concluir que la pérdida de alumnado es más importante en el caso de la asignatura de Física y la de Química que en Biología (siendo la primera la que peor evolución ha tenido). Cabe destacar también que ninguna de las reformas educativas que se han implementado en este período de tiempo ha conseguido modificar esta tendencia.

Estos resultados son coherentes con los que mostramos en las entrevistas del alumnado y con otros que encontramos en la literatura y que demuestran, además, que este resultado refleja la disminución en el interés hacia el aprendizaje de las ciencias y que éste es más importante a medida que se avanza en la escolaridad (Murphy y Beggs, 2003; Solbes et al., 2007; Pell y Jarvis, 2011; Robles et al., 2015; Esteve y Solbes, 2017). Por otra parte, otros estudios indican que esta pérdida se incrementa cuando se analiza el género, de manera que las relaciones con el estudio de las asignaturas científicas son más positivas en chicos que en chicas (Borrachero et al., 2014). Este hecho nos indica que es un factor que debemos tener en cuenta.

Además, podemos comprobar que este hecho afecta después al número de alumnas que cursan estudios superiores de ciencias, a pesar que el número de mujeres en la universidad supera el de los hombres. Para ello, primero, mostramos en la Figura 2, el porcentaje de hombres y mujeres matriculados en la Universitat de València desde el curso 2009-10, que es el primero en el que aparecen desglosados por género.

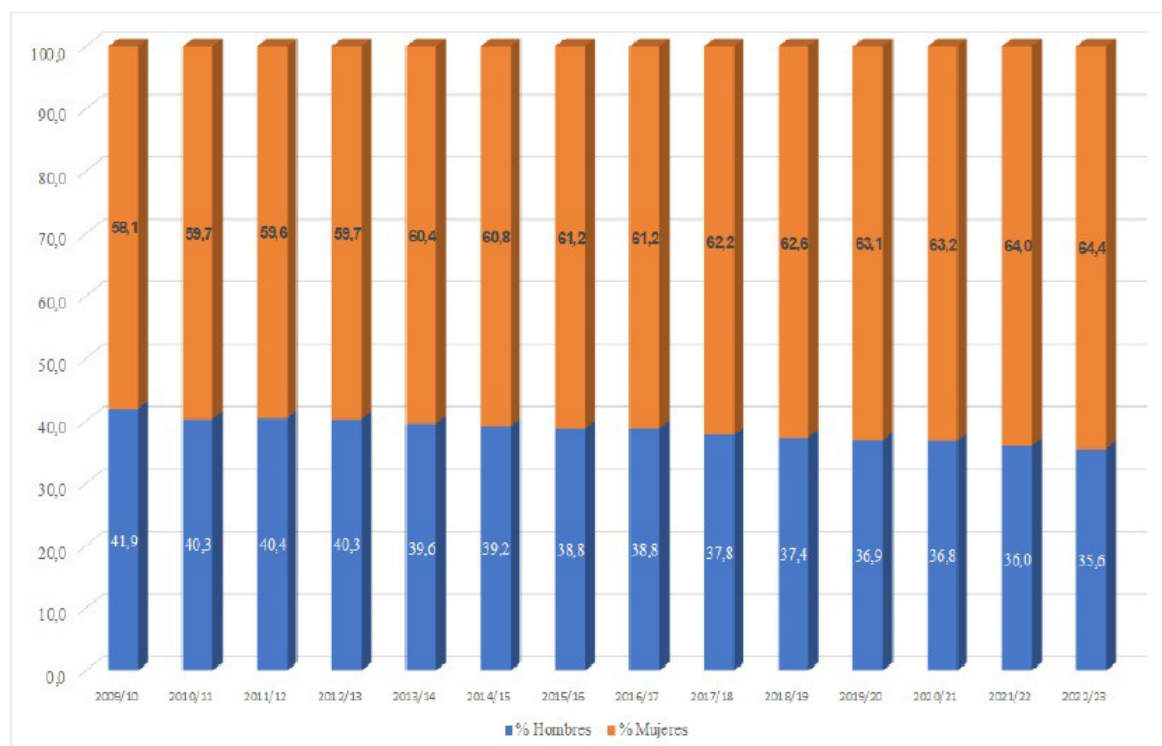


Figura 2. Porcentajes de hombres y mujeres matriculados en la Universitat de València desde el curso 2009/10 al 2022/23. Fuente: Recull de dades de la UV.

También se ha estudiado el porcentaje de mujeres que están matriculadas en los centros universitarios localizados en el Campus de Burjassot de la Universitat de València, que es donde se concentran los estudios del ámbito de ciencias: Facultades de Química, de Física, de Farmacia y Ciencias de la Alimentación, de Matemáticas, de Biológicas y la Escuela Superior de Ingeniería (Figura 3).

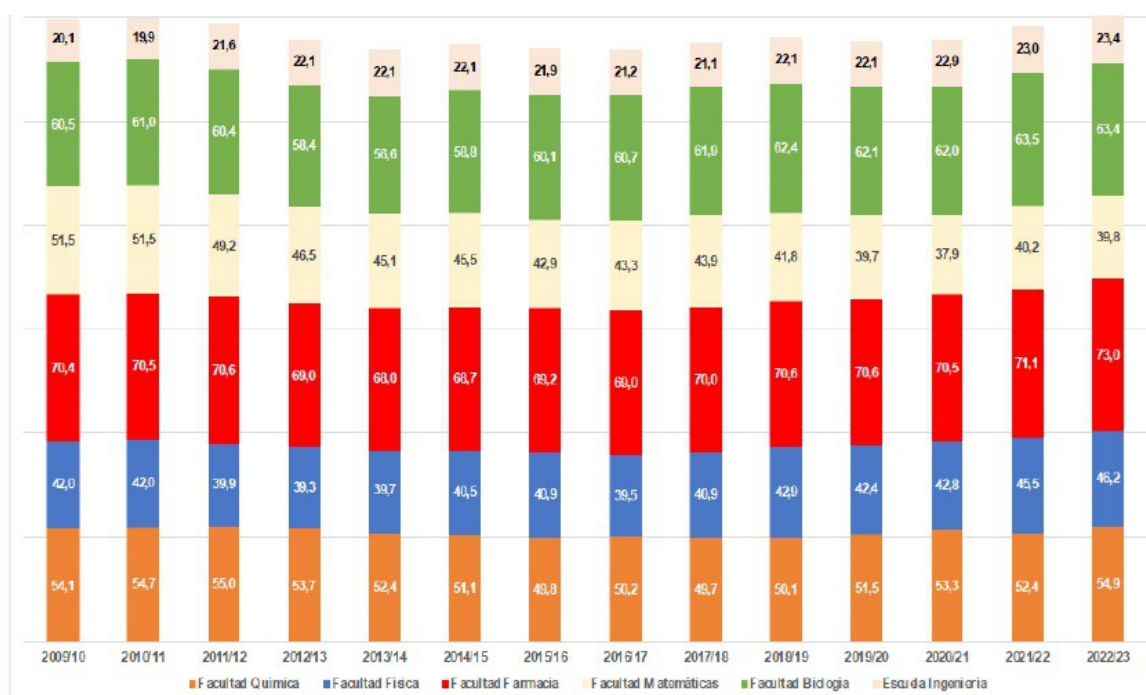


Figura 3. Porcentajes de mujeres matriculados en los diferentes centros de la Universitat de València desde el curso 2009/10 al 2022/23 donde se cursan estudios de carácter científico. Fuente: Recull de dades de la UV.

Comparando los datos de las Figuras 2 y 3, vemos que el aumento de 6,3 puntos en el porcentaje de matriculación de mujeres en la Universidad de Valencia desde el curso 2009/10 al 2022/23 (que pasa de un 58,1% al 64,4% respectivamente), no se corresponde con los datos de matriculación en los seis centros estudiados. Así, en los años estudiados, la media de las matrículas de la universidad correspondía a un 61,5% de mujeres, que queda muy lejos del promedio de mujeres matriculadas en la Escuela Superior de Ingeniería (21,8%), sensiblemente inferior en la Facultad de Física (41,7%) y la Facultad de Matemáticas (44,2%). Solo encontramos paridad en la Facultad de Química (52,3%) y en un porcentaje superior en la Facultad de Biológicas (60,8%), siendo solamente superado en el caso de la Facultad de Farmacia y Ciencias de los Alimentos (70,1%).

Estos dos últimos resultados se obtienen en la formación relacionada con la biología (grados en Biología, Bioquímica y Ciencias Biomédicas, Biotecnología, Ciencias Ambientales) y con las ciencias de la salud (grados en Farmacia, Nutrición Humana y Dietética, Ciencias Gastronómicas, Ciencia y Tecnología de los alimentos), demostrando ese sesgo observado en la literatura entre la física, las matemáticas y las ingenierías frente a la biología y la química (Solbes et al., 2007).

Sin duda el origen de este gap lo debemos buscar en etapas educativas anteriores, sobre todo en el segundo ciclo de la Secundaria (Robles et al., 2015), aunque si realmente queremos cambiar este panorama, debemos empezar mucho antes, fomentando el trabajo en ciencias desde Educación Infantil (Cantó et al., 2023; Mateo et al., 2020) y Educación Primaria (Criado et al., 2014; Nicolás et al., 2021).

Con respecto a las entrevistas al alumnado

Las entrevistas se han realizado siguiendo el guion semiestructurado mostrado en el Anexo 1. 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.

Para hacer el tratamiento de los datos los vamos a agrupar por los temas que surgieron por diferentes aspectos:

- *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 se refieren a aspectos lúdicos: “Me lo pasé bien”, “ver aplicaciones de la ciencia me ayudó a entender los conceptos”, “me gustó la práctica de movimiento”, o “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 ¡la mí que me importa!”, “desde que entraba hasta que salía no entendía nada de lo que decía”, “la profesora de 3º sí que la entendía bien, a esta no sé ni lo que dice”, “no encontraba sentido a la asignatura”... Con estas respuestas, se muestra cómo la programación y la forma de trabajar en el aula pueden afectar sobre el alumno y su interés.
- *Aspectos que se trabajan en el aula.* Se encuentran 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 influye en el interés por la materia.
- *Actividades que hubieran aumentado su interés.* Las respuestas que obtuvimos indican que se prefieren actividades prácticas y con relación con la vida cotidiana. Fueron habituales comentarios del estilo “no he entrado en un laboratorio en mi vida”; “quizás si hubiera trabajado algún aspecto que me afecte en mi vida”; “Ver aplicaciones de la ciencia”; “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”. De esta manera se reflejan resultados obtenidos hace años (Solbes et al., 2007).
- *Falta de utilidad para su futuro.* 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 indican que piensan que no lo necesitan para sus estudios posteriores: “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?”.
- *Cuestión de género.* 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 después redundará en el sesgo observado cuando analizamos los datos de matriculación en los estudios universitarios. Dentro de este grupo también preguntamos por qué creían que las chicas no cursaban Física y las respuestas más aclaratorias son: “ellos (los chicos) son más esquemáticos”, “nos gustan más otras cosas”. Demostrando la desconexión entre las ciencias y el género que hemos detectado.

• *La imagen de la ciencia.* Las respuestas que obtuvimos hacen referencia, casi en un 90%, a temas de medio ambiente, como si fuera la causante de los problemas. lo que se pone de manifiesto con la siguiente respuesta que mostramos: “fíjate las noticias, ¿oíste lo del vertido de la planta química?”.

Por tanto, las entrevistas nos han permitido no solo localizar las razones que esgrimen frente al desinterés del alumnado hacia las ciencias, explicando en parte el abandono de las mismas, sino que también nos han ofrecido un feed-back, con el que preparar las propuestas didácticas que describiremos a continuación.

Con respecto al diseño, implementación y evaluación de una secuencia de actividades para evaluar la mejora del interés y de la imagen de la ciencia del alumnado

Con esta primera parte del trabajo queda demostrada la imagen negativa respecto a la ciencia, del alumnado de la ESO, lo que conlleva una pérdida de interés hacia su estudio, provocando un aumento del alumnado que en secundaria deja de estudiar las ciencias en los institutos y, en consecuencia, en la universidad. Pero nuestro objetivo principal es indagar si el uso de las CSC mejora la imagen de la ciencia y aumenta el interés de los estudiantes del segundo ciclo de la ESO hacia su estudio. Para ello, se preparó una propuesta de actividades que se implementaron en diferentes centros durante dos cursos académicos. La experiencia se realizó con 83 estudiantes, que cursaban 2º, 3º y 4º de ESO cuya distribución por curso y género puede verse en la Tabla 1.

Tabla 1. Información sobre la distribución por curso y por género del alumnado participante.

	2º ESO	3º ESO	4º ESO
Chicas	23	7	13
Chicos	25	5	10
TOTAL	48	12	23

En todos los cursos, el primer día de clase se les pasaron los cuestionarios A1 y A2 (ver anexo 3) conformándose como el pre-test. Posteriormente las actividades diseñadas con CSC se implementaron en las sesiones habituales de aula durante todo el curso académico, estructurando la clase en pequeños grupos, lo cual favorecía el nivel de participación y la creatividad necesarias para lograr los objetivos propuestos. Posteriormente, al finalizar el curso, 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.

En la confección de las CSC que constituyeron la base de la intervención se tuvieron en cuenta que debían cumplir las siguientes características, teniendo en cuenta las carencias detectadas en las entrevistas y en el pre: Estar contextualizadas con su vida diaria; Fomentar valores positivos de las ciencias; Facilitar el desarrollo de actitudes positivas frente a la ciencia; Mostrar contribuciones significativas de la ciencia y de científicos y científicas al desarrollo de la sociedad, y Desarrollar un pensamiento crítico (Torres y Solbes, 2016).

En el Anexo 2, se muestra un ejemplo una de las secuencias didácticas utilizadas y la información sobre las secuencias implementadas y sus principales características se puede encontrar en la Tabla 2. La totalidad de las actividades se puede encontrar en la tesis doctoral (Monserrat, 2019).

Tabla 2. Relación de actividades CSC diseñadas e implementadas con el aspecto que intentaban desarrollar, curso en el que se implementó y relación con los cuestionarios A1 y A2 de alumnado.

Secuencias CSC implementadas	Aspecto que desarrollaba	Curso en el que se implementó			Cuestionario e ítem para evaluarlo
		2º	3º	4º	
Dorothy C. Hodgking	Género y ciencia	X	X	X	A2-I5
Rachel Carson		X	X	X	
Petit Curie		X	X	X	A2-I6
Los isótopos radiactivos: Irene Joliot		X	X	X	
Astrobiología y ovnis	Valores y finalidades de la ciencia. Pensamiento crítico	X		X	A1 – Todos A2 – Del I1 al I4
Galileo y la revolución científica		X		X	
Linus Pauling y la estructura de la materia			X	X	
Física médica y Rotblat		X	X	X	
Consumo de energía en el mundo	Contribuciones sociales de la ciencia	X	X	X	Todos los ítems de A1 y A2
Efecto invernadero			X	X	
Mario Molina y el ciclo del ozono			X	X	
Tim Berners Lee y la world wide web		X	X	X	

Durante la realización de las actividades el alumnado fue capaz, entre otros aspectos, de establecer nexos de unión entre su vida diaria y el estudio de las ciencias, de ver cómo la ciencia ayuda a resolver necesidades sociales y se inician en el análisis crítico del uso del conocimiento científico de la sociedad. Las principales dificultades estuvieron asociadas a la argumentación y al concepto de valor, pese a que cabe suponer que es trabajado en otras asignaturas. Se realizaron debates y confrontaciones de opiniones en clase, pero no les resulta fácil elaborar argumentos para convencer a sus compañeros y compañeras de sus conclusiones y tampoco nombrar o asociar un valor a las mismas.

Para comprobar el resultado de la intervención en el diseño pre-post, se realizaron los estudios paramétricos se encuentra que, al aplicar la prueba de KS y estudiar el tamaño del efecto, r , encontramos los resultados que mostramos en la Tabla 3.

Tabla 3. Comparación de estadísticos entre los grupos pre-post.

Medias	PRE (SD)	POST (SD)	r	Tamaño del efecto
Cuestionario A1	3,42 (1,63)	5,75 (1,75)	0,55	Grande
Cuestionario A2	1,08 (1,5)	8,60 (2,48)	0,77	Grande

Del estudio de este estadístico se ve que sí existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos por los alumnos y las alumnas antes y después de la intervención y que esta modificación ha producido un cambio favorable hacia una mejora con un tamaño del efecto grande.

Después de analizar cuáles eran las mejoras después de la intervención didáctica de manera global, podemos ver qué es lo que ocurre ítem a ítem tanto en el cuestionario A1 como en el A2, aplicando 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. Los resultados, se muestran respectivamente en las tablas 4 y 5.

Tabla 4. Tabla de contingencia del cuestionario A1 con el grupo pre-post.

Pregunta	Pre-Post		
	Sig.Asintótica ($\alpha < 0,05$)	V.Cramer	Tamaño del efecto
1	0,000*	0,31	Mediano
2	0,066	-----	-----
3	0,000*	0,40	Mediano
4	0,000*	0,50	Mediano

Tabla 5. Tabla de contingencia del cuestionario A2 con el grupo pre-post.

Pregunta	Pre-Post		
	Sig.Asintótica ($\alpha < 0,05$)	V.Cramer	Tamaño del efecto
1	0,000*	0,60	Fuerte
2	0,000*	0,63	Fuerte
3	0,000*	0,58	Mediano
4	0,000*	0,59	Mediano
5	0,000*	0,50	Mediano
6	0,000*	0,45	Mediano

En el caso del primer cuestionario (A1), más relacionado con el tema de las actitudes, se observa que, tras la intervención didáctica, se produce una mejora de la opinión del alumnado, con un tamaño del efecto mediano en ambos grupos. Del estudio de las tablas de contingencia entre el grupo pre y el post se llega a que: 42 modifican positivamente su interés por la Física y Química (ítem 1); 33 saben que podría mejorar su interés si se trabajara con este tipo de actividades (ítem 2); 75 nombran dos o más temas que podrían mejorar su opinión lo que significa que los alumnos ya son capaces de establecer nexos de conexión entre la asignatura y su vida diaria (ítem 3); y 52 proponen actividades concretas (ítem 4).

En cuanto al segundo cuestionario, A2, el análisis de las respuestas nos dice que, después de la intervención en el aula: 59 nombran más valores, por lo que son capaces de darle un sentido al estudio de las ciencias (ítem 1); 73 establecen relaciones positivas entre el desarrollo de la ciencia y de las necesidades sociales y cuestionan el armamento (ítem 2); 77 hablan de contribuciones positivas de la ciencia en el medio ambiente (ítem 3); 71 nombran más de un aspecto relacionado con su día a día (ítem 4); 75 de los estudiantes citan a más de una científica diferente a Marie Curie, 8 no modifican su respuesta y ninguno empeora sus resultados (ítem 5) y 68 estudiantes mencionan más causas de desconocimiento de científicas, 14 no modifican la respuesta y sólo uno empeora (ítem 6).

Otro de los aspectos interesantes de la intervención se encuentra relacionado con el porcentaje del alumnado que sí que modifica sus respuestas de acuerdo con lo propuesto que el uso de las CSC aumenta el interés por la Física y Química. En la Tabla 6 y 7, se muestran respectivamente los resultados obtenidos de los grupos pre y post, para los cuestionarios A1 y A2 respectivamente.

Tabla 6. Porcentaje de modificación de respuestas en el cuestionario A1.

Pregunta	Pre-test (%)	Post-test (%)
1	61,8	96,4
2	64,1	73,5
3	50,8	95,2
4	80,9	74,7

En esta tabla se refleja la modificación de la imagen de la Física y Química, de manera que se observa una mejora en cada uno de los ítems trabajados. En el caso del ítem 1 y 3 se consigue que casi la totalidad del alumnado mejore su visión de la asignatura, ya que aumentan su valoración por encima de 8 puntos en el primero de ellos y son capaces de nombrar más de dos temas que consiguiera aumentar su interés, en este último caso eso significa que son capaces de establecer relaciones que antes no lo eran.

Tabla 7. Porcentaje de modificación de respuestas en el cuestionario A2.

Pregunta	Pre-test (%)	Post-test (%)
1	32,5	89,2
2	7,2	91,6
3	6,0	94,0
4	10,9	92,8
5	12,1	92,8
6	32,5	90,4

Del análisis de la tabla 7, observamos que los resultados aún son más favorables a nuestra investigación ya que en todos ellos el porcentaje de alumnos con respuestas favorables se sitúa por encima del 89 %.

Conclusiones

Uno de los retos de la enseñanza obligatoria es conseguir que el alumnado, desarrolle un pensamiento crítico en la población (Jiménez-Aleixandre, 2010) y tenga una alfabetización científica básica (Rosales et al., 2020). Pero esto no será posible si tiene una visión negativa de la ciencia, en general, y de la Física y Química en particular.

Mediante este trabajo hemos querido constatar la disminución del alumnado de ciencias tanto en los Institutos de Secundaria como en la Universidad con los datos de matrícula de las pruebas de acceso a la universidad, obteniéndose que esta tendencia está más marcada en el caso de la Física que de la Química o la Biología. Así mismo, en las entrevistas hemos podido ver algunas de las causas de ese desinterés, en particular, la falta de conexión con la vida cotidiana. Esto, así como los negativos resultados de los pre-test de actitudes hacia la ciencia y de imagen de la ciencia, nos lleva a proponer la introducción de las CSC en el trabajo de aula de Física y Química.

La comparación de los resultados del grupo post con los del pre en un grupo de 83 alumnos y alumnas de la ESO ponen de manifiesto que hay diferencias significativas en cada uno de los ítems trabajados con un tamaño del efecto de mediano a fuerte en todos ellos. Es decir, la utilización de CSC en la enseñanza de la Física y Química contribuye a mejorar la imagen y el interés por la misma del alumnado.

Estos resultados tan positivos, alineados con los de otros estudios similares (Carrol et al., 2024; Sadler et al., 2016), junto a los obtenidos en otros trabajos que evidencian que las CSC pueden contribuir al desarrollo del pensamiento crítico (Solbes, 2013; Torres y Solbes, 2016) y de la argumentación (Aziz y Johari, 2023), ponen de manifiesto la conveniencia de introducirlas en los currículos y en los materiales de aula de Física y Química, así como en la formación inicial y permanente del profesorado. Todo esto facilitaría la implementación en el aula de las CSC y permitiría maximizar su impacto educativo.

Referencias bibliográficas

- Aikenhead, G.S. (1985). Collective decision making in the social context of science. *Science education*, 69 (4), 453-475. <https://doi.org/10.1002/sce.3730690403>
- Aikenhead, G.S. (1994). What is STS science teaching? in J. Solomon y G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform*, pp. 47-59. Teachers College Press.
- Aziz, A.A. y Johari, M. (2023). The Effect of Argumentation about Socio-Scientific Issues on Secondary Students' Reasoning Pattern and Quality. *Research in Science Education* 53, 771–789. <https://doi.org/10.1007/s11165-023-10099-5>
- Blanco Fontao, C., Del Pino, J., Pereira, F. J. y Arias-Gago., A. R. (2023). Cambios en la percepción de la ciencia derivados de la pandemia de la COVID-19. *Enseñanza de las Ciencias*, 41(3), 53-68. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5760>
- 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. <https://doi.org/10.1080/02635143.2014.909800>
- Cantó, J., Marín Porta, A., Ortiz Hernández, M. L. y Viana, J. R. (2023). Pañales científicos: una situación de aprendizaje contextualizada en el aula de 2 años para trabajar la ciencia. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 45, 17-34. <https://doi.org/10.7203/DCES.45.27372>
- Carroll, K., Gosselin, D., Chandler, M. y Forbes, C. (2024). Student Outcomes of Teaching About Socio-scientific Issues in Secondary Science Classrooms: Applications of EzGCM. *Journal of Science Education and Technology*, 33, 195–207. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10068-7>
- Criado, A.M., Cruz-Guzman, M., García-Carmona A. y Cañal, P. (2014). ¿Cómo mejorar la educación científica de primaria en España desde el currículo oficial? Sugerencias a partir de un análisis curricular comparativo en torno a las finalidades y contenidos de la Ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 249-266. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1069>
- Dapia, M., Escudero-CID, R. y Vidal, M. (2019). ¿Tiene género la ciencia? Conocimientos y actitudes hacia la Ciencia en niñas y niños de Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(3), 3201. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3302
- Esteve, A. R. y Solbes, J. (2017). El desinterés de los estudiantes por las Ciencias y la Tecnología en el Bachillerato y los estudios universitarios. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, n.º Extra, pp. 573-578. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/334628>
- Gess-Newsome, J., Taylor, J., Carlson, J., Gardner, A., Wilson, C. y Stuhlsatz, M. (2017). Teacher pedagogical content knowledge, practice, and student achievement. *International Journal of Science Education*, 41(7), 944-963. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1265158>
- Gil, J. (2012). Actitudes del alumnado español hacia las ciencias en la evaluación PISA 2006. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias*

- didácticas, 30(2), 131-152.
<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/254507>
- Hasny, A. y Potvin, P. (2015). Student's Interest in Science and Technology and its Relationships with Teaching Methods, Family Context and Self-Efficacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 10(3), 337-366. <https://doi.org/10.12973/ijese.2015.249a>
- Jiménez-Aleixandre, M.P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Graó.
- Kolsto, S.D. (2006). Patterns in Students' Argumentation Confronted with a Risk-focused Socio-scientific Issue. *International Journal of Science Education*, 28(14), 1689-1716. <https://doi.org/10.1080/09500690600560878>
- Krüger, J.T., Höffler, T.N. y Parchmann, I. (2022). Trust in science and scientists among secondary school students in two out-of-school learning activities. *International Journal of Science Education*, Part B, 12(2), 111-125. <https://doi.org/10.1080/21548455.2022.2045380>
- López Rupérez, F., Expósito-Casas, E. y García García, I. (2021). Educación científica y brecha de género en España en alumnos de 15 años. Análisis secundarios de PISA 2015. *Revista Complutense de Educación*, 32(1), 1-14.
- Mateo, E., Cisneros, S., Ferrer, L.M., Muñoz, A. y Hervas, A. (2020). Espacios artísticos para vivir las ciencias en Educación Infantil. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(3), 199-217. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2830>
- Monserrat, R. (2019). *Cuestiones sociocientíficas como herramienta para mejorar la imagen de la ciencia y el interés del alumnado de la ESO*. Tesis doctoral. Universitat de València. <https://roderic.uv.es/items/41390c13-0838-4c4b-b623-09fea0c2d538>
- Murphy, C. y Beggs, J. (2003). Children perceptions of school science. *School Science Review*, 84(308), 109-116.
- Nicolás, C., Limiñana, R., Menargues, A., Rosa, S. y Mtnez-Torregrosa, J. (2021). ¿Es factible cambiar la enseñanza de las ciencias en primaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 39(3), 135-156. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3260>
- Osborne, J.F. y Collins, S. (2000). *Pupils' and parents' views of the school science curriculum*. London: King's College London
- Osborne, J., Simon, S. y Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- 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. <https://doi.org/10.1080/09500690010016111>
- Pérez Manzano, A. y De Pro Bueno, A. (2018). Algunos datos sobre la visión de los niños y de las niñas sobre las ciencias y del trabajo científico. *iQual. Revista de Género e Igualdad*, (1), 18-31. <https://doi.org/10.6018/iQual.306091>

- Ratcliffe, M. (1997). Pupil decision- making about socio-scientific issues within the science curriculum. *International Journal of Science Education*, 19(2), 167-182. <https://doi.org/10.1080/0950069970190203>
- Robles, A., Solbes, J., Cantó, J. 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 http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/REEC_14_3_6_ex939.pdf
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. y Hemmo, V. (2007). *Science education now: A renewed Pedagogy for the future of Europe*. European Communities.
- Rosales, E., Rodríguez, P. y Romero, M. (2020). Conocimiento, demanda cognitiva y contextos en la evaluación de la alfabetización científica en PISA. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 17(2), 1-22. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i2.2302
- Sadler, T. D., Romine, W.L. y Topçu, M. S. (2016). Learning science content through socio-scientific issues-based instruction: A multi-level assessment study. *International Journal of Science Education*, 38(10), 1622–1635. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1204481>
- Solbes, J., Monserrat, 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. <https://doi.org/10.7203/dces.2428>
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique*, 67, 53-61.
- Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(1) 1-10. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2013.v10.i1
- Torres, N.Y. y Solbes, J. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones socio-científicas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las ciencias*, 34(2), 43-65. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1638>
- Truffa, A.C. (2012). Percepciones de la ciencia y estereotipos de género: Un proyecto de investigación con adolescentes de educación secundaria. *Fundamentos en Humanidades*, 13(26), 87-98. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=18429253006>
- Zeidler, D.L. (2003). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. Kluwer Academic Publishers.

Anexo 1 – Entrevista semiestructurada para el alumnado

Entrevista semiestructurada para el alumnado (E)

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?
6. ¿Cómo aumentaría tu interés hacia la ciencia?
7. ¿Ves la ciencia una cosa de chicas o de chicos?
8. ¿Conoces el nombre de científicas? ¿Cuáles?
9. ¿Qué imagen tienes de las ciencias?
10. ¿Tienes una visión negativa de la ciencia?
11. De todos los aspectos que hemos hablado (género, imagen y forma de enseñanza) ¿cuál crees que es la que más te ha influido?

Anexo 2 – Muestra de secuencias didácticas**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 187 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.



Madame Curie en una unidad móvil de rayos X (Mobile Military Hospital X-Ray-Unit), conocidas popularmente como petites curies, c. 1915, Musée Curie, París.

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

A.1. Busca información sobre la vida de Marie Curie. ¿Qué dificultades tuvo que superar para poder licenciarse en Físicas? ¿Por qué es tan mundialmente famosa?

A.2. Valora su tarea de creación de un servicio radiológico

A3) ¿Qué papel juegan los rayos X en Medicina?

A4) Busca información sobre otros métodos de diagnóstico como la Resonancia Magnética Nuclear o la Tomografía por emisión de positrones.

Anexo 3 – Cuestionarios para alumnado**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.

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?