

Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

Propuesta de intervención
basada en el petróleo y la
industria petroquímica a través
de un enfoque CTS para la
enseñanza de Física y Química
en 1º Bachillerato

Presentado por: Olga Puértolas

Tipo de trabajo: Intervención

Director/a: M^a Victoria Íñigo

Ciudad: Barcelona

Fecha: 25/01/2018

Millones de gracias
a mamá, papá, a Cote y a toda mi familia por estar siempre a mi lado, sin vosotros no
lo hubiera logrado,
a los ánimos de mi tutora Victoria. Tus consejos me han ayudado a finalizar este
trabajo,
a ti, Jorge, por tu paciencia, apoyo y cariño en estos últimos tiempos.
a todos mis amigos que han sabido entenderme en estos momentos,
y a Rachel que hemos iniciado este camino juntas.

Resumen

Es bien conocido el bajo interés que presentan los estudiantes de Secundaria y Bachillerato, hacia el estudio de las Ciencias en general y de la Física y Química en particular. Las metodologías tradicionales, ampliamente extendidas en nuestras aulas, en las que el docente actúa como proveedor del conocimiento y el discente tiene un papel totalmente pasivo, no consiguen despertar la curiosidad y la motivación de los alumnos hacia estas materias. Una de las estrategias que lleva años siendo estudiada, aunque poco implantada en las aulas, son las prácticas con enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad para el aprendizaje de las ciencias. Trata de estudiar la materia de Física y Química a través de las conexiones entre los desarrollos científicos y tecnológicos que son relevantes para la sociedad y pretende fomentar la motivación del estudiante. Este enfoque busca generar una alfabetización científica y tecnológica y favorecer la construcción de actitudes, valores y normas que proporcionen al alumno los conocimientos necesarios para actuar de forma crítica y responsable en la sociedad actual.

Para este trabajo final de máster, se ha escogido el petróleo y la industria petroquímica como contexto motivacional para que, con un adecuado enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad, se impartan parte de los contenidos de la asignatura de Física y Química de un primer curso de Bachillerato. La temática mostrada servirá como hilo conductor para el desarrollo de una serie de actividades que buscan motivar y captar la atención de los alumnos hacia el estudio de las ciencias. Estas prácticas, no sólo han de servir para que los estudiantes adquieran los conocimientos curriculares de la materia, sino también para desarrollar una serie de habilidades y contenidos procedimentales y actitudinales.

Palabras clave: desinterés, motivación, enfoque CTS, Química, contextualización, Ciencia-Tecnología –Sociedad, petróleo, industria.

Abstract

The low interest of Secondary and High School students towards the study of Sciences in general and of Physics and Chemistry in particular is well known. The traditional methodologies, widely spread in our classrooms, in which the teacher acts as a provider of knowledge and the student has a totally passive role, fail to awaken the curiosity and motivation of students towards these subjects. One of the strategies that has been studied for years, although poorly implemented in the classrooms, are the Science-Technology-Society practices for the learning of science. This perspective tries to study the subject of Physics and Chemistry through the connections between scientific, technological developments that are relevant to society and aims to encourage student motivation. This approach seeks to generate scientific and technological literacy and encourage the construction of attitudes, values and norms that provide the student with the necessary knowledge to act critically and responsibly in today's society. The objective of teaching-learning strategies in Science-Technology-Society education, is to encourage motivation by avoiding monotony in the classroom and carry out activities in which the student has to be personally involved.

For this master's final project, petroleum and the petrochemical industry have been chosen as a motivational context so that, with an appropriate Science-Technology-Society approach, part of the contents of the subject of Physics and Chemistry of a first year course of High School are taught. The theme shown will serve as the guiding thread for the development of a series of activities that seek to motivate and capture the attention of students towards the study of science. These practices, not only serve to help students acquire the curricular knowledge of the subject, but also to develop a series of skills and procedural and attitudinal content.

Keywords: disinterest, motivation, CTS approach, Chemistry, contextualization, Science-Technology -Society, oil, industry.

Índice

1. Justificación y Planteamiento del Problema	7
1.1. Justificación teórica	7
2. Objetivos	13
2.1. Objetivo General del trabajo	13
2.2. Objetivos específicos del trabajo.....	13
3. Marco Teórico	14
3.1. Desinterés de los alumnos por el estudio de las ciencias.....	14
3.2. ¿Cómo poder mejorar la motivación de los estudiantes?	19
3.3. Uso de estrategias CTS para mejorar la motivación de los alumnos	25
3.4. CTS y contexto.....	28
3.5. Ejemplos prácticos de CTS en el aula	31
4. Diseño de la propuesta didáctica de intervención	42
4.1. Contexto y destinatarios	42
4.2. Contenidos	44
4.3. Objetivos	46
4.4. Competencias básicas	50
4.5. Metodología utilizada en la propuesta de intervención.....	50
4.6. Temporalización de las actividades	51
4.7. Descripción de las actividades	52
4.8. Evaluación del proceso.....	72
5. Evaluación de la propuesta	73
6. Conclusiones	75
7. Limitaciones y perspectivas.....	78
8. Referencias bibliográficas	81
9. Anexos.....	88

Índice de figuras

Figura 1. Puntuaciones medias en ciencias junto con el intervalo de confianza al 95% para la media poblacional. (MECD, 2016a)	8
Figura 2. Ejemplos módulos sobre propuestas didácticas del proyecto APQUA	33
Figura 3. Problemas planteados relacionados con el benceno para la unidad didáctica	38
Figura 4. Actividades didácticas propuestas sobre prospectiva	40
Figura 5. Esquema que muestra los contenidos impartidos	45

Índice de tablas

Tabla 1. Frecuencia de actividades científicas fuera del centro de enseñanza	15
Tabla 2. Valoración de los estudiantes acerca de diversas actividades y propuestas planteadas	21
Tabla 3. Cronograma de las actividades	52
Tabla 4. Características principales de la actividad 1	53
Tabla 5. Características principales de la actividad 2	55
Tabla 6. Características principales de la actividad 3	60
Tabla 7. Características principales de la actividad 4	64
Tabla 8. Características principales de la actividad 5	68
Tabla 9. Cuestionario de conocimientos	94
Tabla 10. Cuestionario de satisfacción	96

1. Justificación y Planteamiento del Problema

1.1. Justificación teórica

Los resultados de los últimos informes de PISA u otras evaluaciones internacionales como la TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) en su edición de 2015, que evalúa el rendimiento de los estudiantes en las áreas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, muestran que aunque ha mejorado el rendimiento de los estudiantes, España sigue estando a la cola de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). En relación a los resultados obtenidos en la evaluación internacional de TIMSS de 2015, España alcanza 518 puntos en Ciencias situándose por encima del promedio de TIMSS de 500 puntos de entre todos los países, pero se encuentra por debajo de los países de la OCDE (528) y de la UE (521). Aunque esta evaluación valora a alumnos de 4º de Educación Primaria, predice los resultados que se obtienen en cursos posteriores (MECD, 2016b).

Los valores logrados en la última edición del informe PISA, siguen la misma línea que los obtenidos en la evaluación internacional TIMSS de 2015. Con respecto a los resultados del informe PISA de 2015, España consigue una puntuación media en ciencias de 493, siendo la misma que el promedio de la OCDE (493) y se encuentra 2 puntos por debajo del total de la UE (495) (véase figura 1). En cuanto a la distribución de los alumnos por niveles de rendimiento en ciencias, en España un 18,3% de los alumnos no alcanza el nivel 2¹ y tan sólo un 5% se sitúan en los niveles más elevados (5² y 6³) (MECD, 2016a).

¹ En el nivel 2, el alumno es capaz de usar el conocimiento sustantivo de la vida diaria y el conocimiento procedimental básico para identificar una explicación científica, interpretar datos e identificar la pregunta a la que responde un diseño experimental sencillo (MECD, 2016a).

² En el nivel 5, el alumno es capaz de utilizar conocimiento de contenido sustantivo, procedimental y epistémico para explicar fenómenos no familiares y complejos (MECD, 2016a).

³ En el nivel 6, el alumno es capaz de utilizar conocimiento de contenido sustantivo, procedimental y epistémico para ofrecer explicaciones, evaluar y diseñar investigaciones científicas e interpretar datos en una variedad de situaciones complejas de la vida (MECD, 2016a).

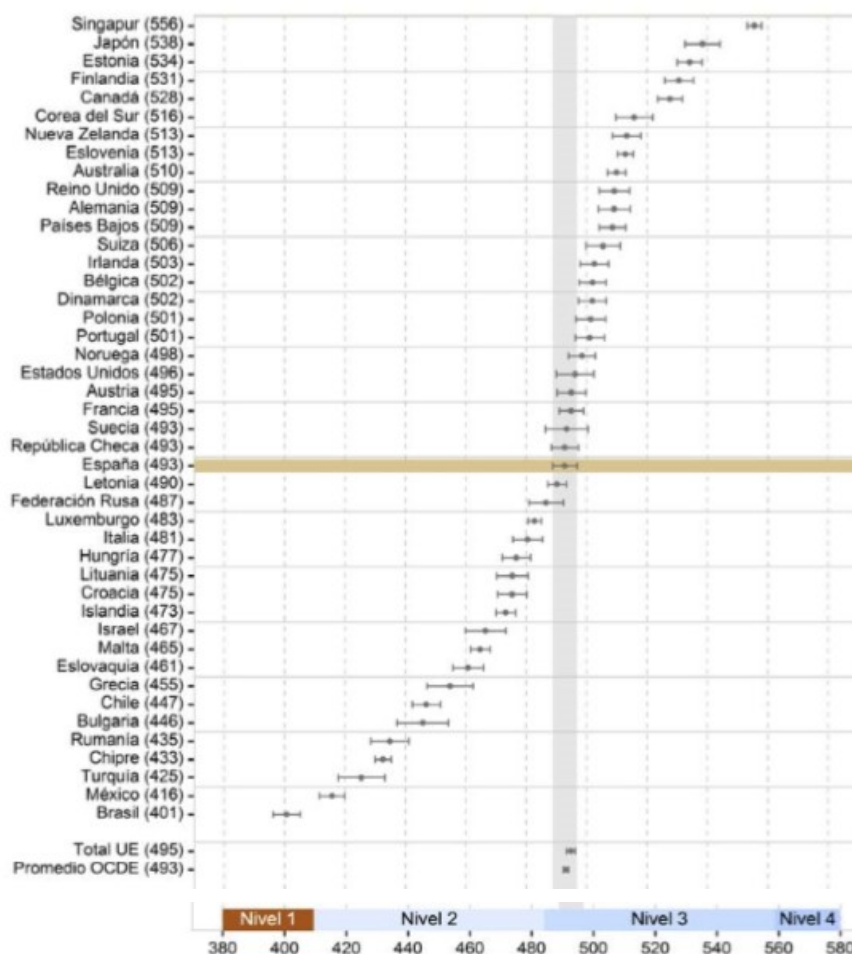


Figura 1. Puntuaciones medias en ciencias junto con el intervalo de confianza al 95% para la media poblacional. (MECD, 2016a)

Además, la última edición del informe PISA 2015 investiga las actitudes de los estudiantes de educación secundaria respecto a la ciencia, analizando aspectos como el interés por las ciencias, la motivación intrínseca y extrínseca hacia las ciencias y las percepciones respecto a esta materia.

Es significativo comprobar que, la motivación intrínseca que pueden presentar los estudiantes españoles para llevar a cabo una actividad científica por una satisfacción personal, está por encima del promedio de la OCDE y de la UE pero lejos de algunos países con mejores resultados científicos como son Singapur, Canadá o Nueva Zelanda (MECD, 2016a). Así, el índice de España al gusto por la ciencia se sitúa en un 0,03, siendo el valor promedio de la OCDE 0,02 y el de la UE -0,02. Mientras que Singapur (0,59) es el país en el que los estudiantes muestran un mayor gusto a las ciencias (MECD, 2016a).

A lo largo de las últimas décadas, existe una creciente preocupación por las actitudes e intereses de los estudiantes poco favorables hacia las materias científicas, y concretamente hacia la Química y la Física. Numerosas investigaciones (Solbes, Montserrat, Furió, 2007; Solbes, 2009; Méndez, 2015) han constatado el creciente desinterés del alumnado por el aprendizaje de las ciencias.

También se ha de considerar, que el interés y las actitudes favorables por el estudio de la Física y de la Química decrecen a lo largo de la etapa secundaria. Así, aunque los estudiantes reconocen la importancia de los estudios científicos en la sociedad actual, la realidad es que en la mayoría de los casos no desean seguir estudiando asignaturas de Física o Química (Marbà-Tallada y Márquez, 2010). Ello puede ir relacionado a un aumento en el fracaso del aprendizaje de estas materias, conforme se eleva el nivel conceptual.

Furió (2006), plantea el siguiente dilema: los estudiantes van a clases de Química faltos de motivación. Eso, hace que no estén atentos a las explicaciones y no aprendan. Como no aprenden, se aburren y con ello aumenta su desinterés por aprender. Entonces, ¿cómo acabar con este problema en la enseñanza de la Química? El mismo estudio se pregunta, si la falta de interés en el aprendizaje de la materia es previa a la enseñanza de la misma. Señala el autor, que las ideas preconcebidas o creencias que tienen los estudiantes antes de iniciar el estudio de la asignatura, fruto de la imagen negativa que tiene la química entre la sociedad, puede ser la causa de ese desinterés.

Las investigaciones realizadas por Solbes, Montserrat y Furió (2007) ya constataban que, el 70,8 % de los alumnos entrevistados mostraban una valoración negativa de la Física y Química considerándola una asignatura difícil y aburrida. Un 85,5% contestaba que había demasiadas fórmulas y con pocas prácticas, y el 41,7% de los discentes alegaban su desinterés a causa del profesor y su forma de enseñar. El estudio, también recoge un análisis de los estudiantes respecto a la imagen de la ciencia, para comprobar si los alumnos conocían cuáles eran las contribuciones de la Física y Química en solucionar los problemas de la sociedad. Es alarmante evidenciar que a un 66,7% de los encuestados no les aporta ningún valor. El mismo informe, determinaba que algunas actividades que podrían mejorar y aumentar el interés de los estudiantes serían: más trabajo en el laboratorio en un 54,2%, utilización de las relaciones Ciencia Tecnología y Sociedad (en adelante CTS) en un 16,7%, trabajar aspectos más amenos en un 29,2%...

Por otro lado, existe una desconexión entre lo que los alumnos aprenden en el aula y lo que aplican en la vida cotidiana (Jiménez, Sánchez, de Manuel, 2001). El interés hacia el aprendizaje empieza cuando la persona se enfrenta ante una situación que le genera interés y le invita a su conocimiento y explicación (De Manuel, 2004).

La desmotivación, el desinterés y las dificultades de aprendizaje de los estudiantes entorno a la Física y la Química, lo ha podido constatar la autora del presente informe tanto en su período de prácticas, observando que lo que se enseña en el aula no es llamativo a los alumnos, como a lo largo del curso a través de las diferentes asignaturas, artículos, bibliografía recomendada, etc.... Los alumnos deben asimilar contenidos científicos, y entender un gran número de leyes y conceptos que les son nuevos y que además les resultan abstractos. Asimismo, se han de enfrentar a un lenguaje simbólico y a modelos que hacen referencia a representaciones las cuales no pueden observar (Pozo y Gómez, 2009). Esta teoría se ha visto probada durante las prácticas, en que se ha detectado cómo a los alumnos les costaba comprender algunos conceptos, e incluso antes de iniciar la asignatura ya tenían una percepción e idea preconcebida de la materia considerándola difícil y costosa de superar. No obstante, se ha apreciado que cuando se trataban temas de actualidad como publicaciones de noticias (vinculadas a la ciencia) o relacionados con su vida diaria, los estudiantes han mostrado más interés y atención surgiendo un debate espontáneo en clase. Ello confirma que los alumnos sí que están interesados en la asignatura de Química, pero los contenidos no deben reducirse únicamente a la teoría del libro o los apuntes, sino que la enseñanza ha de dotarse de un significado práctico, cercano a su realidad y con una mayor relevancia personal y social.

Un aliciente para el aprendizaje de la Química y que ayude a favorecer la motivación del alumno, es que ésta se relacione con lo cotidiano y conocido y esté contextualizada. Se ha de lograr que las materias científicas dejen de ser poco atractivas y participativas entre los estudiantes. Para ello es necesario mostrar la otra cara de la Química, no únicamente la parte de la asignatura basada en leyes, fórmulas, teorías y conceptos abstractos, sino hacer descubrir a los alumnos las contribuciones de la ciencia en la sociedad y cómo nos ayuda a satisfacer problemas y necesidades humanas.

El enfoque basado en Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS) para abordar la enseñanza de la Física y de la Química, es una propuesta que ayuda a incrementar

los conocimientos científicos y tecnológicos de los estudiantes, potenciar los valores propios de la ciencia entendiendo mejor lo que puede aportar a la sociedad, desarrollar las habilidades necesarias para comprender los impactos sociales de esta disciplina y poder participar de forma efectiva en la vida actual (Acevedo, 1997). Este tipo de estrategias, pueden constituir una oportunidad para acercar a los jóvenes a profesiones y estudios relacionados con la ciencia, ya que ayudan a cultivar una visión más amplia de esta materia y a difundir su utilidad.

Si bien en los últimos años ha habido un creciente uso de estrategias CTS en la enseñanza de las ciencias experimentales, y se han ido incorporando en el currículo, en los libros de texto, en actividades diversas, en materiales didácticos, etc... lo cierto es que, a pesar de los esfuerzos, sigue sin ser tomada en cuenta de forma adecuada o de utilizarse suficientemente.

Aunque se constata un incremento en el interés de los alumnos, y un aumento en el aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes en ciencias cuando se introducen actividades CTS u otros recursos como la historia de la ciencia, el uso de TIC, experiencias prácticas, etc.. (Solbes, 2009), la verdad es que, los docentes no acostumbran a trabajar estos aspectos y actividades en el aula por falta de tiempo, por considerarlas que no están dentro del currículo o por la poca preparación en estos campos.

Tras lo argumentado, se plantea la necesidad de continuar trabajando las ciencias desde un enfoque CTS, puesto que existe un amplio margen de mejora en aumentar el interés de las ciencias de los alumnos mediante esta estrategia didáctica.

En el transcurso de la realización del Máster de Profesorado, la autora del presente Trabajo Final de Master se ha sentido muy interesada por nuevas metodologías y estrategias de enseñanza innovadoras que difieren de la típica clase magistral.

Concretamente, el enfoque CTS para la enseñanza de la Química le ha resultado atractivo para abordar algunos contenidos del currículo, y por las ventajas que representa en la enseñanza de la Física y Química. Por un lado porque la asignatura puede resultar más interesante, motivadora y significativa para los estudiantes ya que trata temas con interacciones de las personas con la ciencia y la tecnología en la vida cotidiana. Por otro, fomenta la alfabetización en ciencia para poder habilitar a

los estudiantes como ciudadanos, capaces de participar en el proceso de toma de decisiones y promover la acción ciudadana.

Para este Trabajo Final de Máster, se ha determinado realizar una propuesta de intervención usando un enfoque CTS a un curso de primero de bachillerato y en una temática de Química e Industria, concretando en la Industria del petróleo por los siguientes motivos:

- La propia legislación, el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, establece que las enseñanzas de Física y Química deben incentivar un aprendizaje contextualizado que establezca la relación entre ciencia, tecnología y sociedad.
- La enseñanza de la Química en Bachillerato es principalmente conceptual y propedéutica, y debido a la gran cantidad de contenidos que se han de impartir se suelen abandonar estos aspectos en bachillerato.
- Es una temática que se adecúa a lo que persigue una enseñanza-aprendizaje con un enfoque CTS, y desde donde se puede contextualizar los contenidos conceptuales.
- Trata asuntos y cuestiones problemáticas que afectan a la realidad inmediata de los estudiantes.
- Da a conocer a los estudiantes de bachillerato, que se han decantado por una formación científica, una orientación vocacional mostrándoles las posibilidades laborales que les puede ofrecer el estudio de la Química.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General del trabajo

El principal objetivo del presente Trabajo Final de Máster, es plantear una propuesta de intervención en el aula a través de una serie de actividades dotadas de un enfoque CTS, para desarrollar los contenidos de Química de 1º de Bachillerato relacionados con la industria química del petróleo y sus derivados, con el objetivo final de despertar un espíritu científico e incrementar el interés y la motivación de los alumnos respecto a los contenidos y a la asignatura.

2.2. Objetivos específicos del trabajo

Tras definir el objetivo principal del trabajo, para poder alcanzarlo se hace necesario concretar unos objetivos específicos:

- Estudiar y analizar por qué los alumnos en 1º de Bachillerato deciden no seguir con el estudio de las ciencias.
- Analizar formas de mejorar la motivación hacia las ciencias.
- Revisar cómo mejorar el aprendizaje de la química a través de estrategias basadas en CTS.
- Repasar ejemplos de casos prácticos sobre estrategias basadas en CTS que se han llevado a cabo en el aula.
- Diseñar una propuesta didáctica a través de actividades motivadoras para los estudiantes, y que ayuden a mejorar el interés de los alumnos por la asignatura.
- Plantear actividades que sirvan para mejorar los resultados y el aprendizaje de los contenidos de química de los alumnos a través de la participación activa, haciéndoles protagonistas y desarrollando un interés científico y emprendedor.
- Diseñar actividades en las que se ponga de manifiesto cómo la industria química, los procesos industriales, los nuevos materiales, etc... favorecen el progreso tecnológico y social.
- Promocionar la vocación profesional de los alumnos relacionada con las asignaturas científicas a partir de las actividades realizadas en clase.

3. Marco Teórico

3.1. Desinterés de los alumnos por el estudio de las ciencias

En los últimos años, se ha ido detectando que existe una disminución en los estudiantes que tienen propósito en dedicar su vida académica y profesional a las ciencias. Los resultados de los discentes cuando terminan la educación secundaria, tanto con respecto a la competencia científica como a la actitud y motivación, hacia la ciencia no son los deseados. Se ha observado a nivel mundial un decreciente número de jóvenes que quieran cursar carreras científico-técnicas, especialmente en los países más desarrollados (COSCE, 2011).

El proyecto ROSE (*the Relevance of Science Education*, 2010) ya alertaba de esta cuestión. Este programa internacional evalúa los factores que influyen en las percepciones, actitudes, valores, intereses, motivaciones, prioridades y planes para el futuro de los alumnos respecto al estudio de la ciencia y la tecnología. El estudio de este proyecto dirigido por Sjoberg y Schreiner (2010), determina que a pesar de que los estudiantes encuestados aprecian positivamente el papel de las ciencias y la tecnología en nuestro día a día, éstos aborrecen las asignaturas de ciencias que se enseñan en el colegio. Este desinterés es mayor en los países con un mayor nivel de desarrollo, valorando negativamente los contenidos presentes en los libros de textos y currículo.

En el caso de España, entre el 80 – 90% de los alumnos participantes en este estudio, creen que la ciencia y la tecnología hacen que nuestras vidas sean más saludables, fáciles y confortables y que por tanto sean importantes para la sociedad. Sin embargo, menos del 50% de esos estudiantes consideran las asignaturas de ciencias como las materias que más les atraen. Siguiendo esa tendencia, menos del 40% afirman que la ciencia impartida en la escuela les haya abierto los ojos para nuevos trabajos excitantes. Finalmente, menos del 60% de los participantes encuestados opinan que los beneficios aportados por la ciencia son mayores que los efectos perjudiciales que puede comportar (Sjoberg y Schreiner, 2010).

Por su parte, el último informe PISA de 2015, que se centró en la ciencia, también indagó sobre la actitud de los estudiantes hacia esta materia analizando los siguientes aspectos:

- Interés por las ciencias:
 - Expectativas de carrera profesional
 - Realización de actividades escolares relativas a las ciencias
- Motivación hacia las ciencias:
 - Motivación intrínseca referida al gusto por las ciencias
 - Motivación intrínseca referida al interés sobre temas científicos
 - Motivación extrínseca o instrumental
- Percepciones respecto a las ciencias:
 - Autoeficacia

Con respecto a la participación de los estudiantes en actividades científicas para mejorar su interés, tanto dentro como fuera del centro escolar, como por ejemplo ver programas sobre ciencia, leer libros sobre temas científicos, visitar sitios web sobre ciencia, etc..., los estudiantes españoles de 15 años realizan menos actividades científicas que el promedio de los alumnos de los países de la OCDE y de la UE (MECD, 2016a). La Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (en adelante FECYT), realizó un estudio en 2010 acerca del interés de los jóvenes por los temas científicos y tecnológicos. La encuesta, ya alertaba que los centros de enseñanza y el entorno social no promovían suficientemente un mayor contacto de los jóvenes estudiantes con la ciencia (véase tabla 1).

Tabla 1. Frecuencia de actividades científicas fuera del centro de enseñanza (I)

	Veo programas o documentales de TV sobre ciencia y tecnología	Escucho programas de radio sobre ciencia y tecnología	Leo las noticias científicas que se publican en los diarios	Leo revistas de divulgación científica	Leo libros de divulgación científica
Nunca	29,6%	74,3%	42,3%	61,2%	63,3%
2	29,3%	16,3%	22,1%	19,9%	19,2%
3	22,9%	5,1%	18,5%	10,3%	9,5%
4	12,0%	1,9%	10,8%	4,5%	4,3%
Siempre	4,6%	0,8%	4,6%	2,4%	1,7%
No se	1,6%	1,6%	1,7%	1,6%	2,0%

Fuente: Encuesta sobre la percepción social de la ciencia en estudiantes de secundaria en España. FECYT-OEI, 2011.

Tabla 1. Frecuencia de actividades científicas fuera del centro de enseñanza (II)

	Veo programas o documentales de televisión sobre naturaleza y vida animal	Visito museos, centros o exposiciones sobre ciencia y tecnología	Hablo con mis amigos sobre temas relacionados con ciencia y tecnología	Participo en ferias y olimpiadas de ciencia	Miro películas o leo libros y/o revistas (historietas, cómics, etc.) de ciencia ficción
Nunca	16,0%	31,0%	43,0%	78,9%	17,2%
2	20,0%	31,2%	27,8%	11,4%	17,6%
3	26,2%	21,0%	15,9%	4,1%	20,3%
4	22,9%	10,1%	7,9%	1,9%	24,8%
Siempre	12,8%	4,6%	3,4%	1,7%	17,1%
No se	2,2%	2,0%	2,0%	1,9%	3,0%

Fuente: Encuesta sobre la percepción social de la ciencia en estudiantes de secundaria en España. FECYT-OEI, 2011.

Los resultados no mejoran significativamente cuando se mide la motivación intrínseca de los alumnos al gusto por aprender ciencias y divertirse con el estudio de temas científicos. La motivación intrínseca que pueden presentar los estudiantes para llevar a cabo una actividad científica por una satisfacción personal, está por encima del promedio de la OCDE y de la UE pero lejos de los países con mejores resultados científicos (MECD, 2016a). En este sentido, apuntan los resultados obtenidos en la investigación realizada por Ríos y Solbes (2007). El estudio recoge las opiniones de estudiantes de un curso de Ciclo Formativo Superior de sistemas eléctricos, formación eminentemente científico-técnica. Una de las cuestiones planteadas hace referencia a las motivaciones e intereses personales en el aprendizaje de los alumnos. Las mayores motivaciones de los escolares son extrínsecas (encontrar trabajo, 83'9%), seguidas de motivaciones intrínsecas académicas como saber más (60'9%) y saber hacer (49'4%). En la encuesta realizada por FECYT (2011), los jóvenes estudiantes de secundaria en más de un 50%, consideraban atractivo de la profesión de científico el tener un buen salario. Por consiguiente, los datos evidencian que las ciencias suscitan una mayor motivación extrínseca que no intrínseca, ya que los estudiantes la perciben como unas materias que les serán de utilidad en estudios superiores o para su futuro profesional y reconocen el valor instrumental.

Finalmente, los resultados obtenidos de la autoeficacia en ciencia, que refiere la capacidad de aplicar los conocimientos científicos a situaciones reales de la vida, a interpretar noticias de ciencias, debatir sobre temas científicos, etc... muestra que

cuanto mejor son los resultados de ciencias, mayor es el nivel de autoeficacia (MECD, 2016^a). En España la competencia para alcanzar objetivos determinados que requiera de la habilidad científica, es una de las más bajas de entre los países evaluados.

Tras revisar los datos obtenidos en el último informe PISA de 2015, queda patente que los estudiantes españoles no están motivados en el estudio de las ciencias y la tecnología. Existe un bajo interés por la cultura científica, y en continuar formándose en las ciencias a lo largo de su vida (más allá de la vida escolar) tanto a nivel vocacional para instruirse como científicos, como para trabajar en un ámbito científico-tecnológico. Sin embargo, la sociedad actual requiere futuros jóvenes con una buena base en competencia científica, capaces de convertirse en ciudadanos responsables, críticos y preparados para participar en cuestiones controvertidas relacionadas con temas científicos. Para conseguirlo, no bastará con poseer conocimientos conceptuales y destrezas, sino que también serán importantes las actitudes y la predisposición positiva que tengan los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias.

Vista cuál es la situación sobre la motivación de los estudiantes en los últimos años, se hace necesario conocer cuáles puede ser las causas de estos resultados. Osborne y Dillon (2008), en su informe de la Fundación *Nuffield Science Education in Europe: Critical Reflections*, señalan porqué la ciencia escolar no es tan atractiva para los jóvenes como otras materias. Así, consideran que los escolares de ahora pueden elegir entre una gama más amplia de asignaturas, y la selección de estas materias va a depender de los valores personales e ideales que el adolescente haya desarrollado. Esta es la situación que también vive la ciencia en el sistema educativo español. La opcionalidad de estas asignaturas en cuarto de ESO, propicia que los propios estudiantes no acostumbren a elegir materias científicas cuando han de seleccionar entre varias disciplinas. Se ha de tener en cuenta, que las asignaturas asignadas a la competencia científica son obligatorias hasta cuatro, nivel en el que las materias de Física y Química y Biología y Geología pasan a ser optativas (COSCE, 2011). También, la reducción en el número de horas semanales destinadas a estas materias, no ha ido acompañada de una consideración en la extensión de los contenidos que se han de impartir (Jiménez y Sanmartí, 1995). Además, provoca que no se puedan ampliar contenidos y profundizar en temas de interés científico para los alumnos (Solbes et al. 2007).

Otras de las causas achacables a la disminución en el número de estudiantes que cursan bachillerato científico y/o asignaturas científicas, es el hecho que en el currículo tradicional el conocimiento científico se acostumbra a presentar en conceptos separados, con un nivel de abstracción conceptual elevado, dónde el estudiante no percibe una coherencia general con lo que está aprendiendo, y no sabe hacia dónde dirige con los conocimientos adquiridos (Osborne y Dillon (2008). Pozo y Gómez (2009), señalan otros factores fundamentales que determinan las dificultades de aprendizaje en el estudio de la Química. Éstos tienen que ver con la interacción entre las características específicas de la materia y la manera en la que los alumnos aprenden. Estos autores afirman que los estudiantes deben tratar de entender un gran número de leyes y conceptos abstractos, establecer conexiones entre ellos y los fenómenos estudiados, y enfrentarse a un lenguaje simbólico y formalizado. Estos problemas propician que los discentes aprendan química con numerosas dificultades y mucho menos de lo que se espera.

En el estudio realizado por Solbes et al. (2007), el 54,2% de los estudiantes opinaban que aumentaría su interés si se realizaran más prácticas de laboratorios, y un 16,7% demandaban que en clase se trabajasen aplicaciones y aspectos más reales. Es decir una enseñanza menos conceptual y teórica, podría ser más motivadora para los alumnos.

La valoración social negativa de la ciencia, también es un factor que puede influir en la reducción del número de estudiantes en estas materias. Vázquez y Manassero (2009), realizaron una investigación sobre las actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. En general, la imagen de la ciencia y tecnología entre los alumnos es positiva en términos globales. Sin embargo tienen una percepción negativa en lo que refiere a la resolución de asuntos sociales (como son la pobreza, el hambre), a la falta de confianza en los científicos o no apuestan por la ciencia para resolver los problemas medioambientales. Algunos autores (Beck, 1992) ya señalaban un cambio de actitud de los jóvenes hacia la ciencia, empezando a considerarla como una fuente de amenazas.

Cabe señalar también, que esta imagen negativa que sufren las asignaturas científicas es debido a que los alumnos acostumbran a considerarlas difíciles y suelen ser las materias peor valoradas. Esta afirmación queda patente en la investigación de Solbes et al. (2007). En ella, el 70,8% de los alumnos de 3º y 4º de ESO opinaban que las clases de Física y Química eran aburridas y difíciles. El 41,7%

del total, argumentaban razones que atañían al profesor y su manera de enseñanza y el 66,7% de los estudiantes encuestados, no encontraban ningún valor en el aprendizaje y estudio de la Física y la Química. Para Vázquez y Manassero (2008), es de vital necesidad cambiar la enseñanza de la ciencia en el colegio, para evitar que los alumnos se alejen de la disciplina científica por aborrecimiento. Para estos autores, lo primordial es generar curiosidad y motivar el aprendizaje a través de un currículo y actividades escolares adecuadas, que sean interesantes y relevantes para los alumnos y la sociedad.

Se podría numerar algún otro factor que contribuye a la desmotivación y desinterés de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias, como es la enseñanza de una ciencia desconectada de la sociedad y de su entorno, es decir, descontextualizada, en la que no se muestra su utilidad y no ilustran temas novedosos. Otros aspectos que pueden influir en la desgana de aprender ciencias por parte del alumnado son: la aplicación de métodos poco participativos; la desinformación acerca de la importancia de las ciencias para poder acceder a un gran número de carreras; los estereotipos de género que hacen creer que la ciencia es cosa de hombres o que las chicas no son buenas en las matemáticas o la física; la devaluación de las asignaturas científicas; las actitudes de los compañeros; el profesor; la participación de los estudiantes en actividades científicas; la falta de trabajo práctico; la excesiva preparación de los exámenes en las clases, etc... (Vázquez y Manassero, 2008; Solbes et al. 2007; George, 2006; Murphy y Beggs, 2003).

Como se ha mostrado, los diversos estudios, investigaciones e informes han puesto de manifiesto la falta de motivación e interés por la ciencia de los estudiantes de secundaria y bachillerato en España. Una vez analizada la problemática, cabe preguntarse: ¿de qué manera se pueden conseguir actitudes favorables de los discentes en el estudio de la Física y la Química? En algunos de estos trabajos revisados, los propios alumnos indican cómo podría despertarse su interés y motivación.

3.2. ¿Cómo poder mejorar la motivación de los estudiantes?

Ya se ha visto que existen diferentes causas, tanto internas como externas, que generan una baja motivación, desinterés y rechazo de los alumnos hacia el estudio de la Física y de la Química. Esa desmotivación, va a provocar una falta de atención

en las explicaciones y por tanto dificultades en el proceso de aprendizaje de estas asignaturas. Es un hecho constatado que hay un mayor fracaso escolar en la disciplina de Física y Química que en otras materias, y es en parte atribuible a la poca motivación de los estudiantes. Según un estudio realizado por Fernández, Mena y Riviere (2010), las asignaturas con mayor fracaso son: Matemáticas (31%), Física y Química (27%) e Inglés (24%). Pero, ¿qué soluciones se pueden plantear frente a esta problemática? Se hace necesario adoptar estrategias encaminadas a cambiar la actitud de los alumnos hacia el aprendizaje de las ciencias.

En diferentes trabajos de investigación, son los propios estudiantes quienes proponen actividades cuya práctica haría aumentar su motivación e interés en los estudios de Física y Química, y que están en consonancia con lo que plantea la didáctica de ciencias como son: el aumento de trabajo en el laboratorio, el uso de las relaciones CTS y de la historia de la ciencia, la ciencia recreativa, etc... (Solbes, Lozano y García, 2009).

La enseñanza de la Física y de la Química por sí misma, puede ser lo suficientemente atractiva, interesante y sorprendente para los estudiantes. Y es aquí donde el docente juega un papel vital, teniendo en su responsabilidad el transmitir y presentar con entusiasmo los contenidos de la materia, para que los alumnos lleguen a conectar con ella, y que dejen de ser en su opinión asignaturas aburridas, poco participativas y difíciles. Si los escolares están motivados, se conseguirá un aprendizaje efectivo.

El trabajo presentado por Robles, Solbes, Cantó y Lozano (2015), muestran y analizan cuáles son las actividades y elementos que mayor interés generarían entre los estudiantes de primero y segundo de ESO. Las fórmulas consideradas por los alumnos más motivadoras e interesantes, son las que se relacionan con actividades opuestas a las clases habituales de explicaciones teóricas. Las propuestas con mayor puntuación fueron: Más salidas, excursiones (16,89 %); Trabajos en grupo y clases más participativas (13,21%); Más juegos (10,08 %); Prácticas de laboratorio (9,26%); Más experimentos (7,90%); Más proyectos, trabajos de taller (5,18%); Más vídeos (4,63%); Clases más divertidas y más interesantes (4,91%); Uso de ordenadores y pizarra digital (5,45%). Los resultados de la encuesta realizada por FECYT a alumnos de secundaria van en la misma línea. Así, las actividades más valoradas por los estudiantes son: usar laboratorios (50,3%), hacer experimentos (50,2%), visitar un laboratorio o institución científica (34,9%), proyectar películas y documentales

(25,7%), hacer excursiones (29,8%), utilizar ordenadores (29,6%). Sin embargo, aseguran que nunca realizan dichas actividades en clase un 19,3%, 24,5%, 47%, 32%, 22,5% y un 33% de los encuestados respectivamente (FECYT, 2011).

Furió (2006), ya apuntaba cómo en el proceso de enseñanza-aprendizaje tradicional del estudio de las ciencias, éste acostumbra a centrarse en asentar por parte de los estudiantes los hechos, las leyes y teorías dejando de lado aspectos fundamentales de la actividad científica que están relacionados directamente con la motivación.

En el estudio de Robles et al. (2015), los alumnos también tuvieron que puntuar en una escala del 0 al 10 una serie de actividades ya propuestas (véase tabla 2). La puntuación positiva que dan los estudiantes a esas propuestas confirman los anteriores resultados, evidenciando que todas aquellas tareas más alejadas de la teoría y de los ejercicios numéricos están bien valoradas por parte de los jóvenes. Por tanto, los discentes demandan realizar: más actividades fuera del centro escolar como visitas a fábricas, que se promoció el trabajo cooperativo y la participación, el uso de tecnología como ordenadores y tratándose de asignaturas científicas la realización de experiencias prácticas, laboratorios y proyectos interesantes. Estos datos deben servir como muestra para conocer qué tipo de acciones generan interés entre los estudiantes.

Tabla 2. Valoración de los estudiantes acerca de diversas actividades y propuestas planteadas

Ítem evaluado	Media
Prácticas de laboratorio	8,91
Trabajos de taller	7,78
Explicaciones teóricas	4,74
Visitas a fábricas	8,09
Uso de juegos y juguetes	7,70
Problemas numéricos	4,59
Videos	7,14
Comentarios de noticias	6,47
Tertulias, debates	7,11
Experiencias demostrativas	7,72
Trabajos de investigación	7,54
Elaboración de murales	6,88

Ítem evaluado	Media
Uso de ordenadores	8,54
Rol-playing	7,95

Fuente: Robles, Solbes, Cantó y Lozano, 2015

Si bien es cierto que la investigación toma una muestra de alumnos de primer ciclo de ESO, estos datos podrían extrapolarse a segundo ciclo de ESO y Bachillerato. Existen evidencias aportadas por estudios (Marbà-Tallada et al. 2010), en los que se presentan datos indicando que las actitudes favorables hacia la ciencia decrecen a lo largo de la educación secundaria, en parte por no lograr adecuar los contenidos a los intereses y actitudes de los jóvenes. Si en los primeros cursos de secundaria, en que los alumnos están más motivados, demandan dinámicas que rompan con el estilo tradicional de enseñanza, es indiscutible que en cursos sucesivos ésta será la misma tendencia ya que en las asignaturas de ciencias se eleva el nivel conceptual, las clases se centran en contenidos más teóricos, propedéuticos y por tanto acostumbran a ser más aburridas, desmotivadoras y poco relevante para los estudiantes. Para Murphy y Beggs (2003), alrededor de los 12 años (cuando comienza a iniciarse la adolescencia), momento en que se produce el cambio de primaria a secundaria, la curiosidad e interés original de los jóvenes hacia la ciencia, empieza a transformarse en desinterés, aburrimiento y malas experiencias escolares. Muchos son los autores que apuntan en esta línea. Señalan que durante la edad infantil se tienen actitudes favorables sobre la ciencia y la tecnología, y éstas van disminuyendo progresivamente con los años (y sobre todo en las mujeres) junto con la percepción de que la ciencia es difícil (George, 2006; Gibson y Chase, 2002; Pell y Jarvis, 2001).

Otros autores han querido comprobar cómo el uso de las tecnologías y el trabajo cooperativo en las tareas de una clase de ciencias, ha causado un cambio favorable en la motivación de los estudiantes respecto al uso de una metodología más tradicional y sin la utilización de estos recursos. Así, el estudio realizado por Méndez (2015) muestra cómo el interés y la atención de una clase de Física mejora en un 20% y un 37% respectivamente cuando se emplean TIC y en un 26% y un 51% si se realiza mediante un aprendizaje cooperativo. Además haciendo uso de estas estrategias de enseñanza, el aprendizaje cooperativo y el uso de TIC, tan sólo un 10% y un 12% de estudiantes dicen aburrirse o no entender la asignatura frente a un 47% de alumnos cuando se emplean un método tradicional. Las TIC ayudan al aprendizaje significativo del alumnado, así como a la construcción de sus conocimientos, proporcionan una retroalimentación, mejora la comprensión de

conceptos difíciles o imposibles de observar a simple vista y aumenta la motivación (Daza et al., 2009; Solbes, 2009).

Otra de las actividades que aumentan el interés y la actitud de los alumnos por la ciencia, y especialmente de aquellos que son más pasivos, es la utilización de debates en las clases de Física y Química sobre una problemática (que puede ser con un enfoque CTS) y que involucren valoraciones éticas (Solbes, Ruiz y Furió, 2010). Estos ejercicios fomentan las competencias argumentativas, y tal y como se ha indicado anteriormente en el estudio de Robles et al. (2015), los debates y tertulias son actividades que están bien valoradas por los estudiantes.

Krajcik y Blumenfeld (2006) proponen un aprendizaje científico basado en proyectos, que permita a los estudiantes aprender haciendo y aplicando sus ideas. Este tipo de estrategia metodológica proporciona a los alumnos actividades del mundo real y que son parecidas a las actividades en las que participan los profesionales adultos. De esta manera, los estudiantes se implican en problemas y situaciones reales y significativas y que les son relevantes. Una clase basada en proyectos va a permitir a los alumnos indagar e investigar preguntas, formular hipótesis y explicaciones, discutir ideas de los demás, etc... Se ha demostrado que los alumnos que aprenden mediante un aprendizaje basado en proyectos obtienen mejores resultados que los estudiantes que aprenden mediante metodologías tradicionales. Otra metodología cuya finalidad es muy similar a la anterior, y de la que existe numerosa bibliografía (Solaz-Portolés, Sanjose, Gómez, 2011; Morales y Landa, 2004; Barrell, 1999), es el aprendizaje basado en problemas (ABP). Villalobos, Ávila y Olivares (2016) realizaron una investigación, para comprobar si el aprendizaje basado en problemas de la asignatura de Química, favorecía el pensamiento crítico y la motivación en un curso de tercero de secundaria. El estudio concluye que los alumnos muestran una mejor comprensión de los contenidos que se han tratado a partir del problema, ya que les encuentran una aplicación práctica en el contexto y les suscita una motivación para investigar. En general, es una metodología que favorece una participación más activa, la asimilación de los conocimientos y motivación hacia el autoaprendizaje y provoca un cambio significativo en las habilidades de pensamiento crítico en comparación con métodos más tradicionales (Villalobos et al. 2016).

El empleo de actividades que hagan uso de la Historia de la Ciencia también constituye un elemento motivador. La inclusión de aspectos históricos en los

contenidos de las materias científicas, permite reflejar una imagen de la ciencia más cercana a cómo se construye el conocimiento científico, y cómo va evolucionando en su contexto y momento histórico, así como los efectos que tienen los avances científicos sobre la sociedad. Asimismo, se puede mostrar la ciencia como una construcción de todos, ya que es el resultado del trabajo de muchas personas, además de revelar las diferentes épocas de crisis que ha tenido la ciencia y los cambios de teorías que ha habido para la explicación de algún fenómeno. Todo ello contribuye a mejorar las actitudes y el aprendizaje del alumnado hacia la Física y la Química (Solbes y Traver, 2011; Camacho y Quintanilla, 2008; Hernández y Prieto, 2000).

Habitualmente, el temario de ciencias y determinadas metodologías docentes favorecen el desinterés y disipan la curiosidad de los alumnos por conocer e investigar en el mundo científico. Lo que parece evidente, es que las materias de ciencias son, para un número elevado de estudiantes, unas asignaturas totalmente alejadas de su entorno y cotidianidad. A muchos alumnos, les resulta difícil entender el mundo no observable cuando éste no se encuentra en su realidad. Si además, lo que están asimilando no les resulta útil o está falto de sentido, es muy frecuente que todo lo que el estudiante está aprendiendo se acabe olvidando con rapidez. No hay nada más motivador para el alumno que percatarse que está aprendiendo (Jiménez-Liso y De Manuel, 2009; Campanario y Moya, 1999). Una forma de incentivar el estudio de la química, es que el estudiante lo pueda relacionar con algo que le sea cotidiano y conocido, que no perciba la química como una asignatura extraña, sino como una materia que le puede servir para comprender muchos procesos de su entorno. La química cotidiana, se basa *“en los fenómenos químicos que resultan familiares a los alumnos o semejantes a otros fenómenos familiares, fácilmente inteligibles y utilizables para el aprendizaje de la química”* (De Manuel, 2004).

Según Aragón (2004), algunas actividades y experiencias relacionadas con la vida cotidiana y que pueden ser utilizadas en el aula son: el empleo de imágenes conocidas por el alumno, contextualizar las cuestiones que se plantean a los estudiantes, poner de relieve las propiedades de los materiales y sustancias que nos rodean, el empleo de analogías, efectuar actividades prácticas con materiales comunes, el reciclado de materiales para su uso en el aula, utilizar noticias de prensa y hechos de actualidad, etc... Para Campanario y Moya (1999), la motivación intrínseca del alumno hacia un contenido o tarea, vendrá determinada en gran

medida, por la utilidad y la aplicación que detecte el alumno en lo que está aprendiendo.

Existen muchas maneras de aumentar la motivación y el interés de los estudiantes hacia las materias científicas. En este apartado se han repasado algunas de ellas: el empleo de la Historia de las Ciencias, la utilización de TIC, la ciencia recreativa, el aprendizaje basado en problemas y proyectos, y en general, recursos o metodologías didácticas en las que se involucre la participación del alumno. El presente trabajo, se centra en la realización de actividades que evidencien las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad como estrategia para mejorar la motivación de los estudiantes.

3.3. Uso de estrategias CTS para mejorar la motivación de los alumnos

En los últimos años, se plantea la necesidad de una población científicamente culta y con hábitos de aprendizaje continuo. Se viene demandando una educación científica y tecnológica que sea comprensible para todas las personas. Es decir, que la ciudadanía pueda comprender un extenso rango de conceptos, y emplear un amplio vocabulario científico en la vida cotidiana y en la propia cultura. Los centros escolares deben ser los lugares dónde se eduque científicamente a la población para formarles sobre los problemas mundiales, y capacitarles para que actúen sobre los mismos o modifiquen situaciones. La educación CTS en la enseñanza de ciencias, apoya a desarrollar estas finalidades, es decir promover la alfabetización científica (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003; Gutiérrez, Gómez, Martín-Díaz, 2001; Marco-Stiefel, 2001).

Según Acevedo, Vázquez y Manassero (2001), la educación con un enfoque CTS parte de las necesidades de los nuevos fines para la enseñanza de las ciencias de este siglo que reclama nuevos contenidos, métodos y formas de evaluar. Además, ha de ser capaz de atender a la diversidad de estudiantes, a la igualdad educativa y a una mayor educación multicultural.

Los contenidos y actividades CTS, no solo ayudan a profundizar e implicarse en los temas que son de gran importancia para la preparación de futuros profesionales de la ciencia e ingeniería, sino que también ayudan a adquirir actitudes más positivas hacia la ciencia y un mayor aprendizaje significativo por ser motivadoras y porque

proporcionan un enfoque más próximo a la situación actual de la ciencia, la tecnología y el trabajo científico-tecnológico (De Manuel, 2004; Acevedo et al. 2003; Acevedo et al. 2001; Solbes y Vilchez, 1997; Caamaño, 1995).

Llegados a este punto conviene señalar que, muchos autores e investigaciones no sólo hablan de un enfoque CTS sino que además de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad incluyen la vinculación con el ambiente, siendo las siglas desde esta perspectiva, CTSA. A efectos del presente trabajo, tendrá el mismo significado indicar CTS que CTSA.

Algunos autores como Aikenhead (2003), han referido la importancia de esta estrategia educativa, y han destacado sus óptimos resultados tanto en el aprendizaje de los estudiantes, como en las actitudes de éstos, como en la de los profesores. La inclusión de aspectos CTS en los procesos de enseñanza-aprendizaje, y que se salen de las habituales enseñanzas teóricas y de problemas numéricos, mejora la imagen de la ciencia, aumenta la motivación intrínseca de los estudiantes, incrementa el conocimiento de las aplicaciones y su conexión con la realidad, constituye un elemento motivador para los discentes, beneficia el aprendizaje y el cambio conceptual, metodológico y actitudinal, contribuye a la alfabetización científica del alumnado, mejoran los resultados académicos y el estudiante logra percibir las materias de ciencias no como simples asignaturas teóricas (Ríos y Solbes, 2007; Acevedo et al. 2001; Acevedo, 1997).

El movimiento educativo CTS apareció en los años sesenta y setenta en las universidades americanas. La introducción del enfoque CTS en la educación secundaria, tuvo su origen en la renovación curricular de los años 80 en diversos países como Gran Bretaña, Estados Unidos, Canadá, Holanda, Australia y Alemania, que perseguía una ciencia y una tecnología para todos los ciudadanos, una ciencia útil. Surgió como oposición a una corriente elitista, que buscaba una formación científica tecnológica de los estudiantes de secundaria que querían acceder a estudios superiores de ciencia e ingeniería, y cuya consecuencia fue una población de jóvenes que no lograban entender la compleja realidad científica y tecnológica del mundo (Acevedo, 1997; Membiela, 1997).

El programa de evaluación del currículo de ciencias denominado *Project Synthesis*, iniciado en los años setenta en Estados Unidos, concluyó que los programas educativos basados en CTS ayudan a (Acevedo, 1997):

- Preparar a los alumnos a usar la ciencia en pro de sus vidas, y que les permita enfrentarse y adaptarse a un mundo más tecnificado.
- Enseñar al alumnado a tratar de manera responsable, cuestiones controvertidas de la ciencia y tecnologías que están relacionadas con la sociedad.
- Ofrecer a los estudiantes una información adecuada sobre las diferentes carreras y profesiones relacionadas con la tecnología y la ciencia, acercándolas a un tipo de alumnado que presentan aptitudes e intereses diferentes.

La enseñanza y el enfoque CTS, busca facilitar a los estudiantes oportunidades para practicar habilidades de investigación, comunicación, búsqueda de información, debatir, contrastar ideas y opiniones, evaluar y resolver problemas reales, argumentar y tomar decisiones. Es necesario que los estudiantes sean capaces de comprender conceptos, teorías de la ciencia y la tecnología, y a la vez estén capacitados para resolver problemas prácticos de su vida cotidiana y profesional, y formar su opinión crítica sobre temas relacionados con la ciencia y la tecnología y que tienen un impacto social (Solbes y Vilches, 2004; Acevedo et al. 2001; Caamaño, 1995).

El tipo de actividades y estrategias de enseñanza-aprendizaje empleadas cuando se aplica un enfoque CTS son (Membiela, 2001; Acevedo, 1996; San Valero, 1995):

- Trabajo en pequeños grupos
- Elaboración de proyectos
- Aprendizaje cooperativo
- Discusiones centradas en los estudiantes
- Resolución de problemas abiertos que incluye la toma de decisiones razonada
- Simulaciones y los juegos de roles (play-role)
- Toma de decisiones
- Encuestas
- Exposiciones
- Entrevistas

- Debate y controversias (el desarrollo de la argumentación)
- Realización de trabajos prácticos de campo
- Presencia de especialistas en el aulas
- Visitas a empresas, fábricas, museos científicos-técnicos, parques tecnológicos
- Breves períodos de formación en empresas
- Estudios de casos
- Etc...

La enseñanza de ciencias a través de un enfoque CTS, pretende mostrar temas y problemáticas de interés social y tecnológico que sean importantes para la materia de Física y Química, y permita explicar los fenómenos científicos seleccionados a través de una teoría que se adapte a las experiencias y actividades realizadas en clase, y adaptadas al nivel cognitivo de los estudiantes (Izquierdo, Caamaño y Quintanilla, 2007). En general, este tipo de propuestas didácticas ayudan a forjar un cambio actitudinal favorable, además de mejorar el interés y la motivación del alumno en el estudio de las ciencias.

3.4. CTS y contexto

Un enfoque que pueda ayudar a recuperar el interés y motivación de los estudiantes en las ciencias, y que está en estrecha relación con la perspectiva CTS, es la contextualización de las mismas. Eso significa asociarla a la vida cotidiana actual de los alumnos, y hacerles ver la importancia que tendrá la ciencia en sus vidas futuras, personal, profesional y social. (Caamaño, 2011; Caamaño 2007; Acevedo, 2003; Solbes y Vilches, 1997).

Ya se ha visto anteriormente, que un aliciente en el estudio de la Física y de la Química, es que el estudiante encuentre un punto de conexión y relación con algo que le sea cotidiano y conocido. Que aprecie que la ciencia no es una asignatura extraña, ajena (que han de estudiar por imposición), sino que puede resultar útil para comprender numerosos procesos, disminuyéndose así su nivel de abstracción (De Manuel, 2004; Layton, 1988). La Química o Física en contexto, a partir de un enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad, es una práctica innovadora en la enseñanza actual de estas materias, y con la que se consigue una imagen completa de la ciencia (Meroni, Copello y Paredes, 2015; Solbes, 2009).

Su aplicación difiere de la enseñanza tradicional de las ciencias, que está más centrada en sí misma y se suele presentar alejada, independiente, descontextualizada de las situaciones de la vida actual y que acostumbra a fomentar una actitud de rechazo y fracaso. Sin embargo, la enseñanza contextualizada ayuda a vincular la parte más teórica con la realidad, mitigando la desconexión que suele haber entre ambas (Fernández-González y Jiménez-Granados, 2014; Solbes, 2009; Oliva y Acevedo, 2005).

Los alumnos acostumbran a tener dificultades en transferir los conocimientos y conceptos aprendidos a fenómenos habituales. Una de las ventajas que aporta la enseñanza contextualizada, es que los conocimientos aprendidos no queden aislados y restringidos al trabajo en el aula, si no que el alumno traslada lo que ha aprendido al entorno real, para entender el mundo que le rodea y aplicarlo en resolver problemas. Todo ello, lo que aporta es una mayor motivación entre los estudiantes, tanto para el alumnado de perfil más académico, como para los dicentes menos académicos. También ayuda a mejorar las actitudes y el aprendizaje significativo, así como a comprender mejor los conceptos, procesos y sistemas científicos y tecnológicos. Esta estrategia didáctica, permite a los alumnos participar de manera activa, investigando y actuando entorno a asuntos relevantes (Martín, Gutiérrez, y Gómez, 2011; Ríos y Solbes, 2007; Caamaño, 2005; Díaz Barriga, 2003).

Para Díaz Barriga (2003), en la ciencia contextual, se parte de un contexto para presentar y desarrollar los contenidos. La enseñanza contextualizada está fundamentada en el aprendizaje y el conocimiento situado. Es decir, que en el proceso de enseñanza, es de vital importancia la actividad y el contexto para el aprendizaje, en el que los estudiantes deben integrarse en la comunidad o en la cultura de prácticas sociales. Asimismo, Caamaño (2011), indica que el aprendizaje situado considera que para que tenga lugar la transferencia del conocimiento, éste deber ser alcanzado en un proceso autoindependiente, activo y constructivo por parte del que aprende y en un contexto auténtico o situación específica. Pilot y Bulte (2006) también señalan la importancia de la elección adecuada de los contextos y actividades, como inicio para el diseño de unidades didácticas que generen motivación, y aumenten la relevancia de los contenidos en las clases de ciencias.

En este tipo de metodología didáctica, se acentúa la naturaleza social del conocimiento, esto es que aprendemos en relación con otras personas, a partir de prácticas sociales y en situaciones reales y genuinas a través de actividades que se

efectúan en un contexto y cultura determinado dotado de significado. Se parte de la idea que aprender y hacer son acciones inseparables. Defiende una enseñanza en la que los discentes se impliquen en las actividades a las que se enfrentan los expertos en diferentes campos de conocimiento, y que piensen y actúen como ellos. En definitiva, que para conseguir un aprendizaje significativo es necesaria la construcción del conocimiento en contextos reales, y participar en situaciones sociales auténticas. Para esta estrategia didáctica, es de gran importancia el aprendizaje colaborativo o recíproco, que permita la discusión grupal y el diálogo (Meróni et al., 2015; Díaz Barriga, 2003).

Meróni et al. (2015), en su estudio sobre tareas que pueden ayudar a contextualizar las asignaturas de Física y Química, analiza las siguientes estrategias:

- a) Introducción de materiales relacionado con lo cotidiano en las prácticas de laboratorio: Realizar prácticas más interesantes, en la que los alumnos puedan trasladar los contenidos académicos a situaciones próximas a ellos, para que puedan darse cuenta de su utilidad y despierte su interés.
- b) Utilización de situaciones de la vida cotidiana para construir conceptos: Un ejemplo de ello sería el uso de noticias recientes que permita desarrollar conceptos teóricos, así como los alcances sociales y ambientales del mismo. Crear la oportunidad de que los alumnos puedan enlazar lo aprendido en clase con situaciones del mundo real. Dar a conocer las aplicaciones de la Física y de la Química y su vinculación con los aspectos sociales, intentado crear un aprendizaje de la ciencia más atractivo y contextualizado.
- c) Encuentros con científicos y visitas didácticas a lugares dedicados a actividades de Química y/o Física, como instalaciones industriales y de investigación: Las conversaciones con los científicos, va a permitir a los estudiantes que tengan un contacto de primera mano de las metodologías que se utilizan en el trabajo y oficio científico, los valores relacionados con las prácticas científicas, etc... Por otro lado, las salidas organizadas a instituciones de investigación, plantas industriales, contribuyen a que los estudiantes (especialmente los de últimos cursos) empiecen a pensar sobre su propio futuro. Este tipo de actividades favorecen la motivación de los alumnos (Solbes y Vilches, 1997).

- d) Actividades CTS: Actividades propias CTS, utilizar controversias sociocientíficas para motivar a los alumnos en la búsqueda y selección de fuentes de información, para confrontar puntos de vista diferentes y entender los problemas. Además, este tipo de actividades permite la participación de los estudiantes ayudando a la reflexión sobre los problemas científicos y tecnológicos, favoreciendo la alfabetización científica de los alumnos. Caamaño (2011), ya señalaba que muchas de las actividades didácticas en contexto con enfoque CTS, suelen centrarse en la investigación/indagación, en el debate o argumentación sobre problemas de las ciencias aplicadas y la sociedad, además de centrarse en contextos tecnológicos de actualidad.
- e) Proyectos de iniciación a la investigación: Realizar trabajos de investigación final de los estudiantes, relacionados con una de las materias científicas que se encuentren cursando.

En definitiva, mostrar los contenidos a partir de actividades aproximadas a un contexto o a lo cotidiano, beneficia a que los estudiantes superen el rechazo de las asignaturas de Física y Química por su nivel de dificultad y abstracción y su desconexión con el entorno cercano del alumno. La Química Salters, adaptación española del proyecto inglés *Salters Advanced Chemistry*, es un ejemplo de Química basada en el contexto (Caamaño, 2007). A continuación, se mostrarán otros ejemplos de actividades prácticas y unidades didácticas con un enfoque claramente CTS(A) y contextualizado.

3.5. Ejemplos prácticos de CTS en el aula

Tras examinar la importancia del uso de estrategias CTS y la contextualización de actividades para mejorar la motivación de los alumnos, en este apartado se mostrarán algunas propuestas prácticas y ejemplos innovadores de actividades y unidades didácticas, con un enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad aplicado a la enseñanza de secundaria y bachillerato.

El primer ejemplo expuesto es el de APQUA, siglas de Aprendizaje de los Productos Químicos, sus Usos y Aplicaciones. Es un proyecto educativo de ciencias desarrollado en España por la Universidad Rovira i Virgili (Tarragona)

conjuntamente con otras universidades estadounidenses, que está focalizado en los productos y los procesos químicos y los riesgos que el empleo de ellos representa para las personas y el medio ambiente. El objetivo es intentar que las personas aprendan a conseguir información sobre los productos químicos, y capacitar a los alumnos a que participen activamente en la toma de decisiones sobre temas actuales relacionados con los productos químicos (Medir y Abelló, 1999).

APQUA establece una relación entre la química (Ciencia), sus aplicaciones (Tecnología) y las personas y su entorno (Sociedad, lo que hace que se le considere un proyecto con enfoque CTS (Medir y Abelló, 1999).



Las técnicas que se emplean en el proyecto APQUA para motivar y despertar el interés de los alumnos son:

- Usar la prensa, material de consumo diario, experimentación para acercar la problemática a tratar.
- Contextualizar el problema a través de simulaciones, del “role playing”,
- Plantear situaciones debatidas para que a partir de preguntas abiertas, problemas y conflictos se discuta y se puedan resolver estos problemas.
- Debatar en grupo de forma razonada y responsable a modo de conclusión.

Este programa proporciona a los centros escolares, tanto de secundaria como de primaria, módulos científicos formados por actividades de trabajo. Todos los temas presentados en los diferentes módulos y actividades, tratan de manera más amplia los contenidos que tradicionalmente se enseñan en un curso de Química, haciendo hincapié en cuestiones de ciencia y tecnología que mayor impacto tienen en nuestra sociedad. Es un programa que empezó a iniciarse en 1989 y continua activo en nuestros días. Según la memoria anual del proyecto, en todos estos años han participado más de 1.555 centros educativos y más de 228.253 alumnos (Proyecto APQUA, 2015).

Dentro de los módulos disponibles para la educación secundaria se incluyen, entre otras, las siguientes propuestas:

Figura 2. Ejemplos de módulos sobre propuestas didácticas del proyecto APQUA

Módulos	Propuesta didáctica
Los Productos Químicos	Los estudiantes deben contestar a una serie de preguntas para saber cuál es la opinión y actitud respecto a los productos químicos. Posteriormente se debate en grupo lo que conocen y piensan sobre los productos químicos para sacar conclusiones a partir de datos. Además, indagan qué factores puede influir en sus opiniones, investigan cómo los medios de comunicación informan a la población sobre los productos químicos y finalmente realizan un guion sobre los productos químicos y medio ambiente y los presentan en un programa de radio. 
Disoluciones y Contaminación	Los alumnos reflexionan sobre el agua como recurso limitado. Emplean los conocimientos que han adquirido sobre ácidos-bases y concentración, para solucionar un problema simulado de un agua residual contaminada.
El Detective Químico	En este caso los alumnos son responsables de un Departamento de Toxicología en una empresa que debe determinar a partir de estudios toxicológicos simulados, si se puede utilizar el extrato de una planta como conservante para la industria alimentaria, además de determinar cuál es el principio activo del extracto, su concentración, precisar los posibles efectos adversos y la dosis recomendada para su comercialización. Finalmente se debate sobre el consumo de aditivos.
Tratamiento de residuos especiales	En este módulos los estudiantes se ponen en la piel de unos ingenieros de una consultaría medioambiental, quienes deben decidir cuál es la mejor manera de tratar una disolución residual que contiene cobre que ha sido contaminada por una empresa de galvanotecnia. Los alumnos deben comparar los diferentes métodos de tratamiento (dilución, sustitución, precipitación e inertización) en función de su efectividad, coste e impacto ambiental.
Separación de mezclas de indentificación de sustancias	Se simula un vertido accidental causado por un camión con un producto del que se desconoce su peligrosidad. Los alumnos asumen el rol de técnicos de emergencias quienes deben realizar pruebas físicas y químicas, para reconocer el peligro e identificar la sustancia transportada por el camión. Posteriormente deben simular una reunión para conocer la opinion pública frente al transporte de mercancías peligrosas en la comarca. 

Fuente: Elaboración propia a partir de la información extraída de la página web

<http://www.apqua.org/es/>

Meróni et al. (2015), analizan una serie de prácticas y ejemplos innovadores sobre actividades y unidades didácticas ideadas por docentes, utilizando el concepto de “química en contexto” con un enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad aplicado a la enseñanza secundaria.

El estudio recoge el caso de un profesor que para iniciar el tema de la estereoisomería emplea noticias inventadas sobre diferentes fármacos, uno que actúa selectivamente en un determinado receptor y el otro no, y la única diferencia es que uno es R y el otro es S en un carbono esteriogénico. La tarea continúa con una reseña ficticia en la que se narra un enfrentamiento entre dos laboratorios, uno internacional, que quiere desarrollar la etapa experimental de la vacuna en el país, y otro regional que produce antirretrovirales. En esta fase, los alumnos han de formar cuatro grupos que representan los diferentes intereses, y en función de una serie de pautas y materiales, han de preparar preguntas para debatir sobre la controversia socio-científica planteada. También, para concienciar a los estudiantes sobre la industria farmacéutica, el desarrollo de fármacos, la experimentación con sujetos, los efectos secundarios que se descubren a largo plazo, etc... el docente les hace visualizar y analizar la película *El Jardinero Fiel* (Meróni et al. 2015).

Como se aprecia, en la secuencia didáctica se discute sobre aplicaciones de la química (concretamente sobre la industria farmacéutica) y sus relaciones e interacciones con aspectos sociales. También se procura recrear situaciones lo más cercanas posibles a los contextos de actuación.

Lamus y Vásquez (2016), investigan la propuesta STEAM-LABS 2014 (STEAM son las siglas en inglés de Science, Technology, Engineering, Art y Mathematics), en la que docentes de varias instituciones educativas de Colombia, aplican una metodología ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) y STEAM que permite interrelacionar la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería el Arte, las Matemáticas con la apropiación de la Sociedad. La actividad didáctica que se plantea es determinar la huella de carbono que cada alumno deja en su centro escolar, hogar, en su entorno,... Para ello los estudiantes deben realizar una auditoría energética y diseñar propuestas asequibles para disminuir el impacto del calentamiento global. La finalidad del proyecto es conseguir que el estudiante desarrolle una presencia activa, crítica y responsable frente a la resolución de problemas para el beneficio de la sociedad actual y del entorno local. Algunas de las actividades que llevaron a cabo

los estudiantes fueron: evaluación del gasto energético tanto del centro escolar como del hogar de los estudiantes, cálculo de la huella del carbono personal a través de un software, diseño de panfletos para sensibilizar a la comunidad educativa sobre los problemas ambientales, diseño de blogs, video-juegos, cuestiones virtuales para sensibilizar a la población, construcción de una maqueta del colegio a escala y propuestas alternativas a la energía eléctrica como son las energías limpias situadas en terreno escolar.

Los resultados obtenidos de esta actividad didáctica, “Cómo reducir nuestra huella de carbono”, son los siguientes (Lamus y Vásquez, 2016).

- Participación de los padres y familias así como el apoyo de las universidades e industria locales
- La apropiación de la CTS a través de la resolución de problemas in-situ, enseñanza contextualizada y situada que favoreció la interdisciplinariedad y transdisciplinariedad.
- Uso de TIC para abordar el proyecto y el trabajo en el aula. Los estudiantes tuvieron que crear y usar sus propias aplicaciones.
- Adquisición de competencias como aprender a aprender, el trabajo colaborativo, la competencia comunicativa y digital, así como el desarrollo de habilidades como la argumentación crítica, la resolución de problemas, investigación y reflexión (social, ética y ecológica).

El estudio demostró que en los cursos donde se realizó la intervención, aumentó el número de estudiantes que consiguieron pasar al curso siguiente (Lamus y Vásquez, 2016).

Arrebola, Casas del Castillo y Carrillo-Rosúa (2015), proponen una serie de actividades a modo de propuesta didáctica, para facilitar los procesos de enseñanza-aprendizaje que abordan la temática de las fuentes de energía de un curso de segundo de Educación Secundaria Obligatoria. Estos autores argumentan la necesidad de aportar soluciones adecuadas, para realizar un uso racional de la energía y apostar por las renovables. Una de estas soluciones pasa por promover cambios de actitudes que lleven a modificar los comportamientos de las personas, y un pilar fundamental para ello es la educación. Las actividades diseñadas pretenden fomentar el desarrollo de las competencias básicas.

Algunos de los ejercicios propuestos tienen un carácter experimental y de indagación. Otras tareas corresponden más a un aprendizaje basado en problemas (ABP) y otras se enmarcan en la estrategia de CTS. Todas estas actividades fomentan el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y promueven el trabajo cooperativo y grupal de los estudiantes.

Las actividades que emplean metodologías CTS, pretenden mostrar al estudiante los conflictos existentes a nivel mundial con respecto a la escasez de recursos tanto materiales como energéticos. Así, por ejemplo, se presentan noticias relacionadas con la falta de agua y la distribución del agua potable en el mundo, se visualizan vídeos documentales sobre la situación que viven algunos lugares del planeta por la escasez del agua, se proyectan imágenes de la población en vías de desarrollo para plantear el despilfarro energético de nuestra vida cotidiana en el mundo occidental, etc... Posteriormente, se traslada a los estudiantes una serie de preguntas y cuestiones problemáticas relacionadas con estos temas que integran aspectos científicos – tecnológicos y sociales, para que los alumnos debatan y argumenten sobre ello y aporten soluciones (Arrebola et al. 2015).

Estos ejercicios combinan el trabajo investigativo, en la que los discentes han de buscar información sobre un asunto en concreto, la realización de cálculos acerca de una problemática planteada y la experimentación sobre algún hecho, para que a partir de fundamentos científicos los estudiantes puedan explicar lo observado. Algunos ejemplos que se incluyen en estas actividades son: conocer la cantidad de agua existente en diferentes reservorios del planeta y el porcentaje disponible para los humanos, encontrar la cantidad de energía consumida en España, enumerar las principales fuentes energéticas, listar actividades diarias que consuman energía, calcular la energía empleada en un domicilio y las emisiones equivalentes de CO₂, usar un destilador solar para depurar el agua salada y turbia de un recipiente, etc...

Otros autores como Petit y Solbes (2015), presentan un trabajo en el que recogen ejemplo de actividades que se realizan en el aula a través del cine de ciencia-ficción y documentales de divulgación científica, encaminados a adquirir y mejorar los conceptos de luz, sonido y gravedad y ayudar a mejorar la imagen que los alumnos pueden tener de la ciencia, los científicos y la importancia de la ciencia en el futuro.

El objetivo de este estudio es el de elaborar una propuesta que emplee el cine de ciencia ficción para la realización de actividades, que englobe el aprendizaje de

aspectos conceptuales y CTS y consiga entre los estudiante una buena actitud en el aula.

Las actividades consisten en la visualización de una película y/o fragmentos que se elijan, para posteriormente organizar y plantear debates, solucionar problemas o que sirvan como parte de clases en la explicación de contenidos. En cualquiera de los casos el alumno debe participar. El estudio se ha realizado en los primeros cursos de ESO exponiendo conceptos de gravedad – ingravidez, luz y sonido.

Para que los alumnos valoren el papel de la ciencia, el trabajo científico y sean críticos con los intereses políticos y económicos, Petit y Solbes (2015) plantean visualizar las películas *Regreso al futuro* y *Contact*. *Mad Max II* y *Soylent Green*. Son filmes que pueden ayudar a los estudiantes a revisar y a debatir sobre las consecuencias del consumo excesivo de combustibles fósiles, el crecimiento de la población, la acumulación de residuos y la contaminación, ya que recrean un futuro sin petróleo y sin soluciones alternativas que la ciencia sí puede proporcionar.

Otra propuesta cinematográfica de Petit y Solbes (2015), es el visionado de la película *Perdidos en el espacio* que sirve para tratar los contenidos de luz y sonido. En este caso, los alumnos han percibir los fenómenos erróneos que aparecen en la proyección. También incluyen videos, como la explosión de un globo en una cámara de vacío o un rayo cayendo sobre el *Empire State*, para relacionarlo con la transmisión de ondas mecánicas y electromagnéticas, y las diferencias de velocidad en la transmisión del sonido y la luz. Finalmente, *La guerra de las galaxias: El Imperio contrataca*; *2001, Odisea en el espacio*; *Un vídeo de astronautas de la Estación Espacial Orbital*, ayudarán a que el alumno distinga entre la ausencia de gravedad y el estado de ingravidez, y conocer cuáles son los efectos al alejarse de la superficies del planeta.

El estudio de Petit y Solbes (2015), demuestra que los discentes valoran están actividades en una escala de 0 a 10 en un 7,06. Los estudiantes evalúan positivamente este tipo de propuestas didácticas ya que para ellos es una forma entretenida y divertida de aprender.

Pulgarín y García (2016), plantean una propuesta didáctica basada en la resolución de problemas relacionados con el consumo de uso diario que contienen sustancias bencénicas, y que se enmarcaría dentro de la filosofía Ciencia-Tecnología–Sociedad – Ambiente (CTSA). El objetivo de la investigación, es que los alumnos aprendan

sobre la química del benceno. Para los autores del estudio, la temática acerca de los compuestos bencénicos en la materia de Química y su uso polémico, puede constituir un adecuado escenario para fomentar una participación ciudadana en los estudiantes. Esta estrategia didáctica se desarrolla en diferentes escenarios: la misma aula de clase, los laboratorios, centros comunales, espacios públicos, medios virtuales, etc...

A modo de ejemplo se presentan algunos de los problemas relacionados con el benceno que trabajaron los estudiantes:

Figura 3. Problemas planteados relacionados con el benceno para la unidad didáctica

Elementos CTSA	Sustancia Química Contenida	Nombre del problema y contexto
Preservantes de uso masivo sin advertencia de su daño	Benzoato de sodio en refrescos Benzoato de sodio en refrescos	Se plantea un ejercicio relacionado con un estudio de salud que vinculaba ciertas enfermedades de las personas, con las dietas que habitualmente consumen bebidas gaseosas y refrescos. A los estudiantes se les sugieren algunas preguntas como: ¿Qué relación crees que puede existir entre la aparición de aquellas enfermedades y el consumo habitual de gaseosas y refrescos? ¿Cómo crees que están relacionados los aditivos presentes en estas bebidas y la aparición de dichas enfermedades? ¿Qué reacciones químicas estarían involucradas en la generación de dichos efectos negativos sobre las células sanguíneas?
Edulcorantes (endulzantes artificiales) que atentan contra la salud	Aspartamo en alimentos y bebidas dietéticas Sacarina en alimentos y bebidas light	Este tipo de actividades tiene como objetivo que el estudiante desarrolle su propia opinión y genere apertura a posiciones discutibles. Así, plantea un debate respecto a los riesgos en la salud derivados de los edulcorantes existentes en las bebidas gaseosas. A través de un artículo de internet relacionado con una marca de cola cero, se pretende que el alumno reflexione y argumente sobre algunas cuestiones como: ¿Se recomienda o no el consumo de bebidas y alimentos con “cero calorías” desde la niñez o juventud? ¿Al ofrecer este tipo de bebidas sin calorías parece haber interés en la salud de las personas, es esto cierto por parte de los productores?, etc...
Formación de tóxicos peligrosos en carnes ahumadas y en cigarrillos	Benzopirenos en carnes y pescados ahumados	Esta actividad hace referencia a las sustancias carcinógenas formadas a partir de la combustión de la carne y el tabaco. Introduciendo la problemática en la salud del tabaco, se plantean preguntas para que el estudiante reconozca las relaciones en el desarrollo científico y tecnológico respecto a los intereses particulares, y como los resultados para algunos

Elementos CTSA	Sustancia Química Contenida	Nombre del problema y contexto
		pueden ser a perjudicial para otros. Algunas preguntas relacionadas con este tema son: ¿De qué se aprovechan los productos de cigarrillos para enganchar a las personas a este vicio? La industria tabacalera legalmente está eximida de cualquier responsabilidad frente a la muerte de seis millones al año de fumadores ¿Es esta una posición ética para la industria y comercio del cigarrillo?

Fuente: Pulgarín y García (2016)

El estudio de Pulgarín y García (2016) destaca el compromiso afectivo y emocional de los alumnos, ya que los problemas tratados plantean situaciones de interés personal y general. La investigación resalta que además de mejorar el aprendizaje, transforma las relaciones del estudiante consigo mismo, con los demás y con el entorno en el que vive. Además, promueve la transferencia de conocimiento hacia una acción social a través de la participación de actividades socio-políticas, para generar cambios de hábitos en las personas y la comunidad.

Otra muestra incluido es este apartado de ejemplos prácticos de CTS en el aula, es el del profesor Mariano Martín Gordillo. Gordillo es un docente con una amplia experiencia sobre propuestas en temas de educación CTS. En su artículo *La ciencia, el futuro y las aulas: algunas propuestas didácticas sobre prospectiva* (2016), recoge una serie de actividades prácticas y cuestiones relacionadas con el futuro. Este material didáctico se puede encontrar en el proyecto *Contenedores*, que es un repositorio de recursos didácticos que está avalado por números docentes que comparten experiencias y recursos en el aula con otros compañeros. Las actividades presentadas abordan diferentes cuestiones relacionadas con el futuro y enmarcadas en el enfoque CTS. A continuación, se muestran algunos ejemplos que mayor relación tienen con la materia de Física y Química (Gordillo, 2016).

Figura 4. Actividades didácticas propuestas sobre prospectiva

Temática Planteada	Actividad Propuesta
¿Cuánta energía podría llegar a producir las turbinas eólicas?	Partiendo de un artículo de Mediavilla (2012), sobre si las turbinas eólicas pueden proporcionar toda la energía necesaria en el mundo, se plantean una serie de actividades para que los estudiantes conozcan cómo funcionan los aerogeneradores, que estimen la disposición de energía eléctrica que le correspondería a cada ser humano, que comparen el consumo real de energía eléctrica de una familia, qué parte de la energía eléctrica es para ámbito doméstica y qué parte se destina para otros usos. Posteriormente, los estudiantes deben debatir y argumentar a favor o en contra de la instalación masiva de aerogeneradores.
Doce acontecimientos que cambiarían el mundo	A partir de la lectura de un artículo de Ruiz de Elvira (2010), que recoge las respuestas que dieron algunos expertos en la revista Scientific American cuando se planteó la cuestión de qué acontecimientos podrían cambiar drásticamente el mundo en los próximos cincuenta años, se plantea a los estudiantes una reflexión sobre qué acontecimientos marcados por estos expertos dependen de la actividad humana y cuáles no. Se proponen que valoren las consecuencias positivas y negativas de cada uno de ellos: medio ambiente, salud, materia y energía, astronomía, hábitat humano, redes digitales, otros temas de ciencia y tecnología.

Fuente: Gordillo (2016)

Finalmente, otro ejemplo de secuencia de enseñanza – aprendizaje enmarcada en temas socio – científico con un enfoque CTS es la propuesta de Zenteno-Mendoza y Garritz (2010). El estudio se llevó a cabo entre estudiantes de tercer curso de bachillerato (17 – 18 años), en un aula-laboratorio del Colegio de Ciencias y Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México. Concretamente la secuencia aborda dos contenidos de la asignatura de Química. El primero de ellos versa sobre la toxicología de metales pesados en la industria minero – metalúrgica, y el segundo de los temas trata sobre la síntesis de polímeros.

Para la secuencia de la síntesis de polímeros (Zenteno-Mendoza y Garritz, 2010), se explica un hecho importante sucedido en 1969 pero que los estudiantes no vivieron. Se rememora los primeros años de la carrera espacial y las tecnologías que se desarrollaron para entonces como fue la ciencia de los materiales, y en concreto los polímeros sintéticos como el poliuretano. Para concienciar a los estudiantes acerca de la ciencia y la tecnología, y que éstas también prosperan a través de hallazgos fortuitos, se describe un experimento “fallido” de Otto Bayer (que descubrió el poliuretano), en el que se muestra una característica de los científicos: su curiosidad y perseverancia (Zenteno-Mendoza y Garritz, 2010). Esto mismo se les plantea a los estudiantes: a través de una actividad experimental y accidental de un material desconocido, efectúan la síntesis del poliuretano sin saberlo. Los alumnos deben darle una salida al producto obtenido con la consecuente investigación sobre las

propiedad y usos, análisis de la estructura física y química. Finalmente y dentro de la secuencia, se prepara un foro de debate y discusión para que los discentes den su opinión acerca del impacto de la ciencia de la tecnología en la sociedad y nuestra calidad de vida.

La segunda secuencia, se inicia con una noticia que alertó a los México y a los EEUU sobre una posible contaminación con plomo de unos dulces mexicanos además de plantear los problemas de contaminación ambiental por metales pesados de las industrias fundidoras (Zenteno-Mendoza y Garritz, 2010). Ambos conflictos son investigados por los estudiantes, y llevados a un juicio-debate que pretenden dar una respuesta a estos casos que afectan a diferentes sectores de la sociedad. En el juicio, se argumenta las posturas de todos los sectores implicados como son los consumidores, padres de familia, médicos, empresarios, trabajadores de la empresa afecta por el asunto, gobiernos locales, etc... todo ello para dar una visión global de todas las partes y para que finalmente los estudiantes emitan un veredicto. Posteriormente, se plantea a los estudiantes la posibilidad de corroborar si los productos que consumen pueden estar contaminados con plomo, de esta manera se muestra la importancia del análisis químico en resolver problemas de ámbito cotidiano.

Para los autores de esta investigación, ambas secuencias de enseñanza aprendizaje logran alcanzar las metas de una enseñanza CTS, ya que las lecturas plantean problemas sociales de actualidad, además de narrar anécdotas históricas ayudando así a entender cómo se construye el pensamiento científico (Zenteno-Mendoza y Garritz, 2010).

Tras haber revisado todas estas propuestas prácticas y reales de secuencias de aprendizaje desde un enfoque CTS, se puede determinar que todo lo que se ha analizado en la parte teórica del presente trabajo referente a mejorar la motivación de los alumnos en el estudio de las ciencias, ha quedado constatado a través de los ejemplos mostrados en este apartado. Así, en las propuestas didácticas planteadas se hace uso de debates, TIC, rol-playing, ejercicios de laboratorio e investigación, contextualización de las actividades, participación activa de los estudiantes, uso de la química en la vida cotidiana, ejercicios diferentes y divertidos, etc... que como se ha ido viendo en el marco teórico, son recursos que ayudan a mejorar el interés del estudiante hacia las ciencias e incrementan el rendimiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

4. Diseño de la propuesta didáctica de intervención

A lo largo de los apartados anteriores, se ha expuesto cuál es la justificación del problema de la propuesta de intervención, el marco teórico sobre el que se fundamenta y algunos ejemplos prácticos y reales de secuencias de enseñanza - aprendizaje desde un enfoque CTS. En los siguientes apartados se concretará el diseño de la propuesta didáctica de intervención específica, con la finalidad de dar respuesta a la situación expuesta. Para empezar, se contextualizará la intervención en un curso educativo concreto definido por la legislación vigente correspondiente, se determinarán los contenidos y objetivos curriculares y didácticos que se trabajarán, se trazará la metodología que se empleará en el diseño de la propuesta de intervención y finalmente se desarrollará la secuencia didáctica, incluyendo tanto la temporalización de la propuesta como la descripción detallada de las actividades de las que constará.

4.1. Contexto y destinatarios

La propuesta didáctica de intervención que se presenta en este TFM, se ha planteado desarrollarla en un centro escolar de la comunidad autónoma de Cataluña por contar con una importante industria química. No obstante, este contexto podría extrapolarse a cualquier otro centro educativo del territorio nacional que disponga de este tipo de actividad industrial. Concretando en la región catalana, a pesar de que la actual legislación educativa nacional es la Ley Orgánica 8/2013 (2013), de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (en adelante LOMCE), Cataluña todavía no ha implantado la citada norma en los cursos de Bachillerato. Por lo que las competencias educativas, que están traspasadas a la Generalitat de Cataluña y que les permite establecer los planes de estudios correspondientes a la educación secundaria, incluida la ordenación curricular, están basados en la anterior Ley Orgánica de Educación 2/2006 (2006) (en adelante LOE) y el Real Decreto 1467/2007 (2007), de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.

La presente propuesta de intervención, se va a diseñar para un curso de Física y Química de primero de Bachillerato. El Decreto 142/2008, de 15 de julio, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas del bachillerato (2008), es la legislación actual en Cataluña que desarrolla y completa el currículo establecido por la Administración educativa, para que éste pueda ser un instrumento válido para dar

respuesta a las características y a las diferentes realidades de cada centro. Por lo tanto este Decreto autonómico tiene en cuenta y amplía la normativa estatal, concretamente el Real Decreto 1467/2007 (2007), que a su vez se desprende y desarrolla la LOE (2006). En esta legislación se regulan los elementos que van a determinar los procesos de enseñanza-aprendizaje y está formado por: objetivos de etapa y materia, las competencias específicas de etapa y materia, contribución de la materia a las competencias generales de bachillerato, contenidos, consideraciones sobre el desarrollo del currículo, conexión con otras materias y los criterios de evaluación. Por tanto los contenidos y objetivos del presente trabajo se desprenden de estas normativas.

Los destinatarios de la siguiente propuesta de intervención, corresponden a alumnos de un curso de primero de Bachillerato y la materia en la que se enmarca es la asignatura de Física y Química. La cursan solamente estudiantes que han escogido la modalidad de “Ciencias y Tecnología” como parte de seis de las materias de modalidad que pueden seleccionar. Este sería el perfil de los destinatarios a los que va dirigido el presente proyecto.

El centro educativo al que se orienta la propuesta de intervención, es un Instituto público con bastantes años de funcionamiento, ubicado en el área metropolitana de la ciudad de Barcelona, en una zona con un nivel socioeconómico medio. Los recursos que dispone son amplios y variados contando con ordenadores portátiles, un equipo completo audiovisual (televisor, DVD, proyectores, pizarras digitales...), revistas especializadas, libros de texto, acceso a los laboratorios de Física y Química, aula de informática. El número total de alumnos que cursan la asignatura de Física y Química es de 18 y no presentan necesidades educativas especiales.

La intervención didáctica propuesta es abierta, y puede ampliar su aplicación a otros cursos y asignaturas adaptándose a los contenidos que interesen impartir así como adecuarse a otras Comunidades Autónomas. Por otro lado, se pueden tratar temas transversales e interdisciplinares que se complementen y coordinen con otras materias y departamentos.

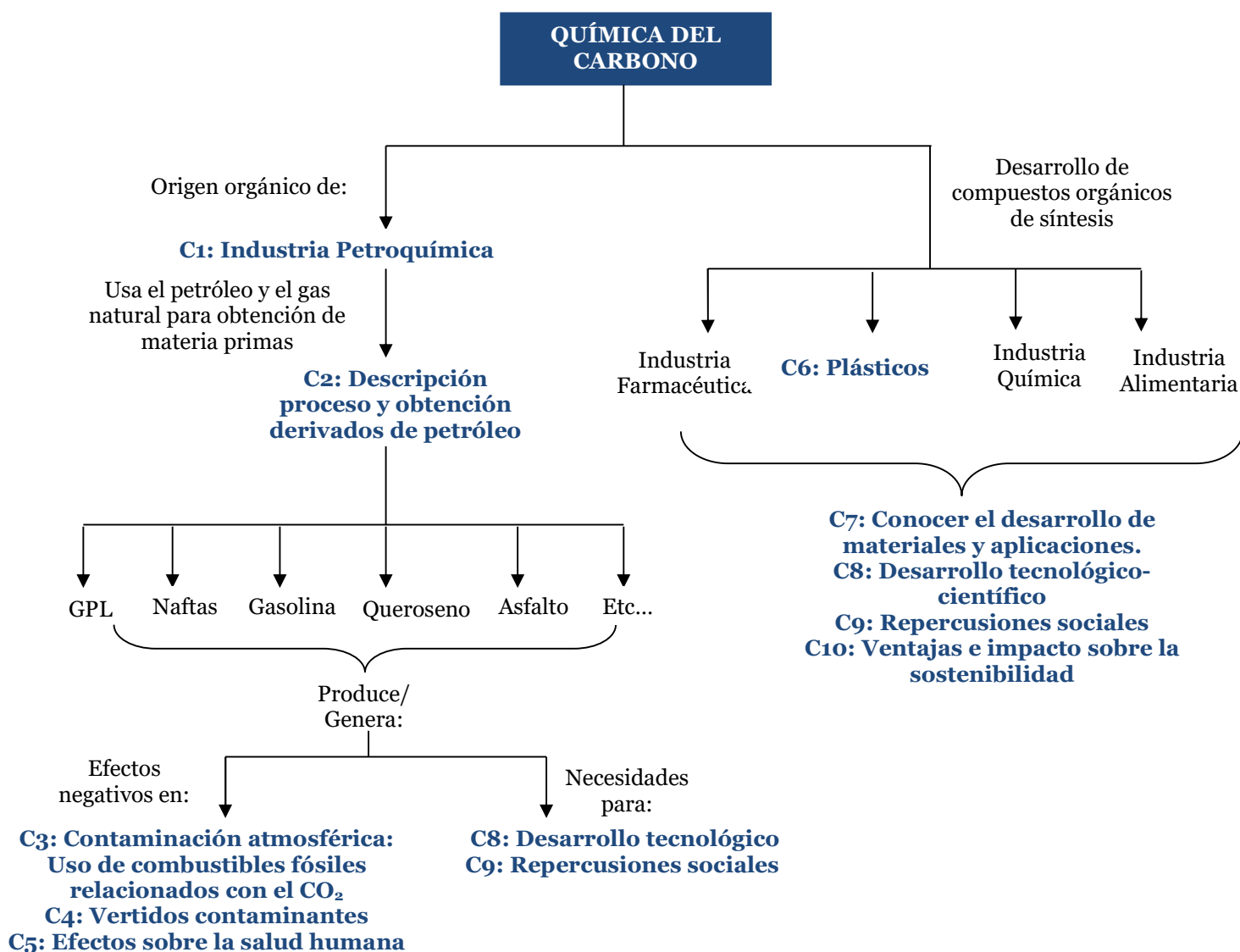
4.2. Contenidos

Los contenidos que se incluye en el currículo de la materia de Física y Química del primer curso de Bachillerato, vienen recogidos en el Anexo I “Materias de Modalidad: Modalidad de Ciencias y Tecnología” del RD 1497/2007 (2007) y el Anexo II “Modalidad de Ciencias y Tecnología” del Decreto 142/2008 (2008).

Tal y como se ha venido planteando, tanto en los objetivos del presente proyecto como en el marco teórico desarrollado, se pretenden tratar los contenidos referidos a la Química e Industria, concretamente en la industria del petróleo, aplicaciones, consecuencias y desarrollo de nuevos materiales, pudiéndose considerar desde una perspectiva CTS y contextualizada, por lo que el alcance de este trabajo se basará tanto en contenidos de la enseñanza de Química como científicos en general. Las actividades que se plantearán con enfoque CTS relacionada con la Química Orgánica e Industria en esta propuesta de intervención, contendrán contenidos incluidos principalmente en el Bloque 9 aunque también se traten parcialmente contenidos de Bloque 1 y 8 del RD 1497/2007 (2007). Estos contenidos se encuentran incluidos de manera equivalente en los apartados de: “El mundo de la Química Orgánica”, “Las reacciones químicas” del Decreto 142/2008 (2008).

Los contenidos que se desarrollarán quedan reflejados en el siguiente esquema:

Figura 5. Esquema que muestra los contenidos impartidos



Fuente: Elaboración propia

Además de los contenidos conceptuales que se indican en la figura 5, y que son los que regula el RD 1497/2007 (2007) y el Decreto 142/2008 (2008), se trabajarán los siguientes contenidos:

- Búsqueda, selección y análisis de información científica sobre la importancia de la industria petroquímica y sus derivados en la vida actual.
- Búsqueda, selección y análisis de información científica acerca de los principales problemas ambientales generados por la industria petroquímica, y los beneficios que aporta este tipo de industria en la sociedad, así como el desarrollo de nuevos materiales procedentes del petróleo.

- Observación, investigación, recogida de información de datos concretos durante la visita a una planta petroquímica sobre el proceso para la obtención de productos derivados del petróleo.
- Elaboración de documentos por grupos con los datos obtenidos durante la búsqueda de información.
- Análisis, control y medida de contaminantes atmosféricos producidos por el uso de combustibles fósiles.
- Confrontar la información y datos obtenidos de los trabajos por grupos en una exposición y debate final elaborando conclusiones y proponiendo alternativas.
- Ser riguroso y preciso durante la búsqueda y selección de información
- Apreciar el trabajo en equipo y los criterios y opiniones de los demás.
- Considerar la importancia del conocimiento científico para fundamentar las opiniones acerca de la industria petroquímica, los productos que de ella se derivan y sus consecuencias ambientales.
- Saber identificar las conexiones entre la industria petroquímica y la vida diaria.
- Valorar la necesidad de la industria petroquímica y los nuevos materiales en el desarrollo tecnológico y social.
- Reconocer las consecuencias medioambientales de la industria petroquímica.
- Apreciar la importancia de la tecnología y el conocimiento científico en el desarrollo de la industria petroquímica.

4.3. Objetivos

Para las actividades propuestas se concretarán una serie de objetivos didácticos para el bloque de contenidos que se van a impartir en clase. No obstante, la actual legislación educativa que se aplica en Cataluña, establece una serie de objetivos más genéricos y menos concretos de materia y de etapa. Tanto en el RD 1497/2007 (2007) como en el Decreto 142/2008 (2008), los objetivos de Bachillerato se recogen en el artículo 3 de estos reglamentos.

El Anexo II del Decreto 142/2008 (2008) “Modalidad de Ciencias y Tecnología”, recoge los once objetivos curriculares específicos de la asignatura de Química. Las actividades planteadas han sido diseñadas para dar cumplimiento y alcanzar estos objetivos. No obstante en la presente propuesta de intervención, algunos de ellos se trabajarán de manera más profunda, por la estrecha vinculación que tienen con la

temática y enfoque CTS, mientras que otros objetivos sólo se revisarán de forma más imprecisa.

A continuación, se indican los objetivos curriculares que se incluyen en Anexo II “Modalidad de Ciencias y Tecnología” del mencionado Decreto autonómico 142/2008 (2008):

1. Comprender los conceptos, leyes, teorías y modelos más importantes de la química, así como las estrategias que se utilizan en su elaboración y contrastación experimental.
2. Comprender la importancia de la química para abordar numerosas situaciones cotidianas, y para aportar soluciones a problemas con la obtención de alimentos, de materiales, de medicamentos y de energía con el mínimo impacto en el medio ambiente.
3. Utilizar, con autonomía creciente, estrategias investigativas propias de las ciencias (planteamiento de problemas, formulación de hipótesis, búsqueda de información, elaboración de estrategias de resolución de problemas, diseño de experimentos, análisis y comunicación de resultados, etc...), para la construcción de modelos químicos coherentes, con capacidad explicativa y predictiva de los fenómenos que se estudian.
4. Reconocer el carácter tentativo y creativo del trabajo científico, en particular en la fase de elaboración de hipótesis y construcción de modelos, analizando y comparando hipótesis y teorías contrapuestas con la finalidad de desarrollar un pensamiento crítico, así como valorar las aportaciones que los grandes debates científicos han implicado para el desarrollo de la química.
5. Familiarizarse con la terminología fisicoquímica actual para poder utilizarla de manera habitual al expresarse y comunicarse en el ámbito científico, y conocer la diferencia de significado de muchos términos que se utilizan en la experiencia diaria con un significado diferente.
6. Familiarizarse con el uso del instrumental básico de química así como conocer algunas técnicas específicas, teniendo en cuenta las normas de seguridad para el uso de los productos químicos y el manejo del material de las instalaciones.
7. Ser capaz de planificar y realizar trabajos investigativos que impliquen el diseño de experimentos y el uso de equipos informáticos para contrastar hipótesis o resolver problemas teóricos y prácticos planteados en el desarrollo de los contenidos de la materia.

8. Ser capaz de obtener y analizar la información química disponible en Internet con el fin de realizar investigaciones sobre temas químicos de interés, y saber utilizar el lenguaje y las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación para poder analizar, comunicar y debatir los temas investigados.
9. Adquirir una visión global del desarrollo teórico y práctico de la química y del papel que puede jugar en la sociedad actual para contribuir a la consecución de un futuro sostenible, a través de la conservación, protección y mejora del medio natural y social, y conocer algunos de los retos actuales a los que se enfrenta la investigación química.
10. Reconocer la dimensión cultural de la química para la formación integral de las personas, así como sus repercusiones en la sociedad y en el medio ambiente, y tomar conciencia de la importancia de impulsar desarrollos científicos que respondan a las necesidades humanas y contribuyan a hacer frente a los graves problemas de la humanidad.
11. Ser capaz de participar con criterios fundamentados, como ciudadanos y, en su caso, como futuros científicos, en la necesaria toma de decisiones en torno a problemas locales y globales a los que se enfrenta a la humanidad en los cuales la química puede hacer alguna aportación.

(Decreto 142/2008, 2008, p. 59298).

Independientemente de los objetivos curriculares, la propuesta que se diseñará en el presente trabajo deberá concretar unos objetivos específicos que emanan de los contenidos y criterios de evaluación incluidos en el RD 1497/2007 (2007) y el Decreto 142/2008 (2008) de la materia de Física y Química, éstos son:

1. Reconocer y aplicar estrategias básicas de la actividad científica como: plantear problemas, formular hipótesis, proponer modelos, plantear soluciones a problemas, interpretar información, analizar resultados.
2. Analizar los problemas asociados a la obtención de combustibles fósiles, valorar las posibles alternativas energéticas y adoptar actitudes y comportamientos responsables.
3. Reconocer la importancia de ciertas transformaciones químicas en la sociedad como es la combustión.
4. Saber explicar los procesos relacionados con la industria del petróleo y conocer las principales fracciones de la destilación del petróleo y sus aplicaciones.

5. Valorar la importancia social y económica del petróleo, las repercusiones de su utilización y agotamiento y la necesidad de investigar para contribuir a la sostenibilidad.
6. Analizar y valorar la importancia de la química del carbono y la investigación científica para el desarrollo de nuevos materiales que ayuden a mejorar la calidad de vida y sus repercusiones sociales y medioambientales.
7. Analizar cómo la química contribuye en los procesos industriales de importancia y en la solución de problemas medioambientales.

También se plantean objetivos específicos didácticos de las actividades que se llevarán a cabo, siendo éstos:

8. Hacer uso y aplicar de manera autónoma habilidades investigadoras, tanto documentales como experimentales, mediante la utilización de las Tecnologías de la Información y Comunicación para el estudio de los temas planteados y de actualidad científica vinculados a las actividades de Química.
9. Aplicar términos científicos para expresarse de forma adecuada en el ámbito científico y usarlo en el lenguaje cotidiano.
10. Entender las interacciones entre las ciencias y la tecnología así como el impacto que éstas tienen sobre la sociedad y el medio ambiente, apreciando la importancia de no deteriorar el entorno, y cómo repercute el desarrollo científico-tecnológico en la mejora de nuestras vidas.
11. Comprender conceptos, leyes, teorías y modelos y aplicarlos a situaciones reales.
12. Conocer y saber explicar las características y fundamentos científicos de la industria petroquímica así como sus efectos medioambientales en la región de Tarragona.
13. Desarrollar una opinión crítica y analítica acerca de las repercusiones medioambientales, sociales, culturales, históricas del avance de la industria petroquímica tanto de forma general como específica de la región visitada.
14. Valorar la necesidad e importancia del desarrollo petroquímico-industrial en nuestra sociedad actual.
15. Reflexionar sobre la importancia del avance tecnológico en nuevos materiales y productos y sus relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.
16. Analizar a partir de distintas fuentes de información las consecuencias del uso de combustibles fósiles relacionándolo con las emisiones de CO₂ y su

influencia a nivel social, industrial y medioambiental. Proponer acciones sostenibles para reducir sus efectos.

4.4. Competencias básicas

A diferencia del Real Decreto 1105/2014 (2015), de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, en el que se especifican las competencias clave, en el Real Decreto 1467/2007 (2007), que todavía sigue vigente en algunas comunidades autónomas como Cataluña, y que establece la estructura del bachillerato, no sucede lo mismo. Es decir para este segundo período de secundaria, no quedan definidas qué competencias han de alcanzar los estudiantes al final de esta etapa educativa.

Sin embargo, en el Anexo II del Decreto 142/2008 (2008), en la asignatura de Química, se recoge la descripción detallada de las competencias específicas de la materia siendo éstas: Competencia en la indagación y experimentación en el campo de la química; Competencia en la comprensión de la naturaleza de la ciencia y de la química en particular y la Competencia en la comprensión y capacidad de actuar sobre el mundo físico.

También recoge cuál es la contribución de la materia a las competencias generales del bachillerato, que deberán ser las que se trabajen a lo largo de las actividades planteadas:

1. Competencia comunicativa
2. Competencia en investigación
3. Competencia en gestión y tratamiento de la información y competencia digital
4. Competencia personal e interpersonal
5. Competencia en el conocimiento e interacción con el mundo

4.5. Metodología utilizada en la propuesta de intervención

Tras presentar la contextualización de la propuesta de intervención así como los contenidos y objetivos del proyecto, a continuación se mostrará cuál será la metodología que se utilizará en el presente trabajo de investigación. Ésta se centrará en desarrollar determinados aspectos de la Química e Industria, especialmente el petróleo y la industria petroquímica y de los nuevos materiales derivados del ella,

para impartir los contenidos de algunos de los bloques de Química y del bloque común de la asignatura de Física y Química del primero de Bachillerato.

De modo que se pretende elaborar y diseñar una serie de actividades que ayuden a mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje de la materia de Química como de los contenidos comunes de la asignatura, y que el alumno logre alcanzar los objetivos señalados de forma significativa, motivadora y cooperativa desde una perspectiva CTS. Este enfoque tratará de presentar una temática tan importante para la sociedad como es la industria del petróleo y el desarrollo de nuevos materiales procedentes del carbono, desde una visión cotidiana y cercana a las inquietudes presentes y futuras de los estudiantes.

Por tanto, se van a relacionar unas actividades basadas en la Industria Química (procesos, productos, subproductos, emisiones, contaminantes, consecuencias sociales y medioambientales, desarrollo de nuevos materiales, etc...) con los contenidos curriculares del curso en cuestión, y con los objetivos específicos planteados para la unidad didáctica y los criterios de evaluación asociados.

La secuencia de actividades se ha diseñado para que tengan una unión y cohesión entre ellas, y se distinga la relación entre ciencia, tecnología y las implicaciones sociales. Además del desarrollo de contenidos conceptuales, los ejercicios planteados pretenden desenvolver los contenidos procedimentales por parte del estudiante que le ayuden a afianzar los conceptos estudiados, así como los actitudinales que permitirán al alumno reconocer las implicaciones de la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad actual.

4.6. Temporalización de las actividades

Antes de desarrollar las actividades concretas que se han propuesto, para mejorar los procesos de enseñanza – aprendizaje, sobre el contenido relativo a la industria petroquímica desde un enfoque CTS de la asignatura de Física y Química de un primer curso de Bachillerato, se mostrará una planificación de trabajo que precisa la implantación y secuenciación de las actividades que se presentan de forma lógica y ordenada, dentro del período en el que tendrán lugar dichos ejercicios. El cronograma debe ser utilizado como una guía que detalle de forma cuidadosa las actividades a realizar y el tiempo empleado para ellas. Se ha de considerar que cuando se llevan a cabo algunas actividades se hace necesaria la coordinación con los

responsables del departamento de Física y Química. En la tabla 3 se detalla el cronograma de trabajo:

Tabla 3. Cronograma de las actividades

Nº	Actividad	Contenidos impartidos	Objetivos didácticos	Duración prevista actividad
1.	¿Qué sabes de...?	C1; C2; C3; C4; C5	O4; O6; O8; O14; O15	2 sesiones
2.	Salida de campo a planta de refino de petróleo	C1; C2; C6; C7; C8; C9	O4; O5; O6; O10; O12; O14; O15	1 sesión
3.	Juicio medioambiental	C3; C4; C5; C7; C8; C9	O1; O5; O6; O7; O8; O9; O10; O12; O13; O14; O15	3 sesiones
4.	¿Cuánto contamina tu coche?	C3	O1; O2; O3; O8; O9; O10; O11; O16	3 sesiones
5.	El petróleo en nuestras vidas	C6; C7; C8; C9; C10	O1; O8; O9; O10; O14; O15; O16	2 sesiones

Fuente: Elaboración propia

4.7. Descripción de las actividades

En los siguientes apartados se describirán de forma precisa cada una de las actividades planteadas, todas ellas relacionadas con el petróleo y la industria petroquímica con una orientación CTS que pretende relacionar los diferentes objetivos didácticos y contenidos curriculares que se han detallado anteriormente.

En cada una de las actividades se indicarán la categoría de la actividad, una descripción básica de la misma en la que se detalla la manera de trabajarla, los recursos necesarios a utilizar, el tipo de agrupamiento previsto, el tiempo estimado de realización del ejercicio, los contenidos a tratar, los objetivos que se pretenden alcanzar y las competencias trabajadas.



ACTIVIDAD 1: ¿QUÉ SABES DE...?

Tabla 4. Características principales de la actividad 1

<u>Características de la actividad:</u>	
Tipo de actividad	Actividad de inicio y motivación
Recursos necesarios	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>Recursos materiales:</u> Cuestionario de ideas previas; Uso de recursos TIC: Utilización de ordenadores, conexión a internet, proyector, pantalla; Espacio de trabajo: Aula de clase y aula de informática. ✓ <u>Recursos económicos:</u> No procede ✓ <u>Recursos humano:</u> No procede
Tipo de agrupamiento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Primera parte de la actividad: Individual ✓ Segunda parte de la actividad: Grupos formales de tres alumnos
Tiempo estimado	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 1 Sesión para la actividad de ideas previas ✓ 2 Sesión para actividades preparatorias a la salida exterior
Contenidos (C)	C1; C2; C3; C4; C5
Objetivos (O)	O4; O6; O8; O14; O15
Competencias Básicas (CB)	CB1; CB2; CB3; CB5

Fuente: Elaboración propia

Descripción de la actividad

La actividad 1 propuesta se compone de dos partes diferenciadas. El objetivo de la primera parte, que se efectuará en la primera sesión de clase, es conocer qué saben los estudiantes acerca de los contenidos que se tratarán en el tema, concretamente sobre el petróleo y la industria petroquímica. Para ello, los alumnos deberán contestar las preguntas de un pre-test y explorar así sus ideas previas (se incluye en el Anexo I el cuestionario de ideas previas). Esta primera sesión se realizará de manera individual en la misma aula de clase. Posteriormente con todo el grupo clase se discutirán las respuestas.

En la segunda sesión, se desarrollará la otra parte de la actividad que tiene como finalidad motivar al alumnado y que le ayude a situarse y contextualizar el contenido que se va a impartir en las siguientes sesiones. En grupos formales de tres

estudiantes⁴, se propone visitar algunas páginas web en las que se podrá acceder a diversos enlaces, para indagar y conocer la historia del petróleo (como se formó, de donde se extrae, como se trata, proceso productivo del petróleo, etc...) y de la industria petroquímica (historia de esta industria, productos obtenidos y usos...). Algunas webs propuestas se indican a continuación. Contienen videos, imágenes ilustrativas, textos seleccionados variados que tienen relación con el petróleo y la industria petroquímica, etc... Para mejorar el interés por este aprendizaje, los alumnos también podrán buscar otras páginas para completar la información:

https://www.enap.cl/pag/241/1119/historia_petroleo
http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/sec_8.html
<http://hystorypetroquimica.blogspot.com.es/>

Posteriormente se proponen juegos interactivos para que los estudiantes pongan en práctica todo lo aprendido durante la sesión. Las páginas que incluyen juegos didácticos son las siguientes:

https://es.educaplay.com/es/recursoseducativos/3030038/destilacion_del_petroleo.htm
<https://www.cerebriti.com/juegos-de-ciencias/petroleo>
<http://recursos.cnice.mec.es/quimica/ulloa1/tercero/tema6/oa3/index.html>
<http://www.mnactec.cat/factoria/interactius/torredestilacio.html>

Las webs contienen juegos a modo de cuestionario, crucigramas, completar frases, contestar preguntas sobre la química en la sociedad, imágenes interactivas acerca del proceso de destilación del petróleo, etc... Mientras revisan todo este material, los estudiantes deberán repasar las preguntas del cuestionario previo, y volver a contestarlas con información más precisa extraída de la búsqueda de documentación. Esta segunda sesión se llevará a cabo en el aula de informática puesto que es necesario el uso de ordenadores.

Estas actividades tienen la misión de servir como material introductorio a la segunda actividad planteada, en la que se realizará una visita in-situ a una planta petroquímica y así los alumnos ya tendrán una pequeña idea de lo que se encontrarán.

⁴ Los grupos formales creados para la primera actividad, perdurarán los días que dure la unidad didáctica. Serán grupos de tres personas, salvo en alguna actividad que por la tipología de la tarea, se requerirá la agrupación de dos grupos formales.

ACTIVIDAD 2: SALIDA DE CAMPO A UNA PLANTA DE REFINO DE PETRÓLEO



Tabla 5. Características principales de la actividad 2

<u>Características de la actividad:</u>	
Tipo de actividad	Actividad de desarrollo
Recursos necesarios	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>Recursos materiales:</u> Autocar escolar; ficha a completar durante la salida; otro material y documentación facilitado por Repsol ✓ <u>Recursos económicos:</u> Autocar escolar ✓ <u>Recursos humano:</u> Profesores de soporte que acompañarán durante la visita y personal de Repsol (visita guiada); observación por parte del alumno.
Tipo de agrupamiento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Visita a la instalación de la planta de refino de petróleo: Grupo Clase (durante la visita en planta el grupo clase se dividirá por la mitad, 9 alumnos en cada grupo) ✓ Grupos formales de tres alumnos (establecidos al inicio de la unidad didáctica) para el acabar de completar la “Ficha a cumplimentar durante la salida de campo”
Tiempo estimado	✓ 1 Sesión: Jornada completa (3 horas y media para la visita de campo más dos horas de desplazamiento)
Contenidos (C)	C1; C2; C6; C7; C8; C9,
Objetivos (O)	O4; O5; O6; O10; O12; O14; O15
Competencias Básicas (CB)	CB5

Fuente: Elaboración propia

Descripción de la actividad

La actividad 2 se trata de una salida al exterior de una jornada completa de duración. La visita se realiza al complejo petroquímico de Tarragona, situado en la localidad de Constantí. Dicha población se encuentra a unos 100 km. de distancia del centro educativo, por lo que además del tiempo que dura la visita se han de sumar los tiempos de traslados desde el colegio a la industria y la vuelta. Se estima que cada trayecto sea de una hora y cuarto.

La salida se plantea como una estrategia didáctica que suscite el entendimiento de los estudiantes y del entorno. La visita pretende acercar y conectar al alumno con el medio físico y social, pudiendo comparar la teoría con la práctica y cómo se vincula la aplicación del conocimiento científico con el conocimiento cotidiano, además de sensibilizarlo con los problemas medioambientales. Durante la excursión, los estudiantes podrán conocer de cerca cuál es el proceso de producción del procesado del crudo de petróleo y destilación del mismo para la obtención de los diversos derivados (combustibles, asfaltos, naftas, butano, propano, etc...), y otros productos poliméricos que se consiguen a partir de las olefinas procedentes del refinado. Los alumnos no sólo comprenderán este proceso sino que además, podrán darse cuenta de la evolución y avances tecnológicos, a lo largo de las últimas décadas, que ha sufrido este tipo de industria para adaptarse a las nuevas demandas sociales (por ejemplo la producción de biodiesel) y medioambientales (adecuación en la producción de gasolina a las especificaciones legales referente a su contenido en azufre). Teniendo en cuenta estos aspectos, se refuerza el enfoque CTS de la industria petroquímica. A continuación se describe la salida escolar.

Se efectúa una visita al complejo industrial e instalaciones de la planta de refino de petróleo de Repsol en Tarragona, con una duración aproximada de unas tres horas y media. Es aconsejable que la salida se organice con cierto tiempo de antelación, al menos desde principios de trimestre, ya que la planta es visitada por un gran número de personas por lo que si no se prepara anticipadamente es probable que no se pueda acudir. La coordinación con los responsables de Repsol se realiza a través de la página web (<https://tarragona.repsol.es/es/sobre-complejo/ven-a-vern timeros/index.cshtml>). En el apartado “ven a vern timeros”, se incluye un correo electrónico así como un teléfono de contacto para concertar la visita. Puesto que el Complejo Industrial de Repsol es muy extenso y amplio, la visita se puede adaptar a las necesidades del grupo delimitando la salida a unas áreas o instalaciones concretas, haciendo hincapié en aquellas partes o aspectos que se quiera destacar y el grupo esté más interesado.

La compañía Repsol indica algunas recomendaciones y requisitos para acceder a sus instalaciones. Por ejemplo, recomienda que el tamaño del grupo sea de 20 a 30 personas hasta un máximo de 50. La exigencia que afecta directamente a los estudiantes es el hecho que todos los visitantes han de tener como mínimo 16 años de edad.

La industria petroquímica es aquella que refina el petróleo y produce los derivados químicos del petróleo y el gas natural. Los productos que se obtienen en los procesos petroquímicos, además de los combustibles, son las materias primas imprescindibles para los procesos productivos de multitud de industrias de otros sectores, que los transforman en artículos y productos necesarios en nuestra vida cotidiana.

Las diferentes etapas en las que consta el proceso productivo de la industria petrolífera son:

- Primera fase exploración y extracción: Es la etapa en la que se verifica el yacimiento petrolífero y se efectúan los trabajos necesarios para extraer el petróleo y el gas. A continuación, se transporta la materia prima mediante oleoductos y buques petroleros a la refinería u otras instalaciones.
- Segunda fase refino: En esta etapa se procesa el crudo de petróleo y se destila en las columnas para conseguir la multitud de derivados que se utilizarán posteriormente.
- Tercera fase obtención productos petroquímicos: Los productos que se han obtenido en la etapa de refino, se transforman en las plantas petroquímicas en productos derivados del petróleo.
- Cuarta fase distribución y comercialización: Los productos derivados del petróleo son empleados como productos finales, como por ejemplo los combustibles, o como materias primas para otro tipo de industria como el etileno utilizado en el sector plástico.

La visita a la planta se puede organizar en tres partes, haciendo hincapié en ciertos aspectos que posteriormente se podrán trabajar de forma más exhaustiva en otras actividades en clase.

- En primer lugar, en una sala, los jefes y responsables de planta realizarán una breve presentación mostrando las características y datos generales de la compañía a todo el grupo clase. De manera global, expondrán cuál ha sido la evolución de la industria petroquímica, y concretamente la historia del complejo industrial de Tarragona. A continuación, explicarán de manera teórica cuales son los procesos productivos relacionados con el petróleo que tienen lugar en la planta, tanto la parte del refino del crudo como la parte del área química en el que se transforman los derivados obtenidos del petróleo en otros productos. También será conveniente tratar los aspectos

medioambientales, es decir el impacto medioambiental de este tipo de industria en el entorno y cómo afecta a los habitantes de la región.

- Tras las explicaciones teóricas se procederá a efectuar la visita de las instalaciones del complejo tanto exteriores como interiores. Por motivos de seguridad, y para aprovechar mejor la visita, los estudiantes se dividirán en dos grupos de 9 alumnos. Para no fragmentar los agrupamientos establecidos al inicio de la unidad didáctica, se propone repartir la clase en dos grupos formados cada uno por tres grupos formales de tres alumnos.
En esta parte de la visita, acompañados y guiados por los responsables, los alumnos podrán descubrir in-situ el proceso productivo de refinado del crudo, así como el área química de la planta de Repsol en la que a partir de los derivados del petróleo se obtienen otros productos. Será una manera de que los estudiantes tengan una visión real de cómo es y cómo se trabaja en una industria. En la zona de refinado, los discentes observarán algunas construcciones impresionantes como la chimenea central de 100 m. de altura, los tanques de almacenamiento, las diferentes plantas y unidades que sirven para producir productos derivados de petróleo, la planta piloto de propileno que se usa para investigar nuevos productos plásticos, etc... Durante las explicaciones del jefe y encargados de planta, los alumnos podrán realizar todas las preguntas necesarias para dar respuesta al cuestionario que deberán rellenar al finalizar la excursión. El día previo a la salida, el profesor hará entrega a los estudiantes de la *“Ficha a cumplimentar durante la salida de campo”* quienes la deberán llevar a la visita.
- Finalmente la última parte de la visita se realizará en una sala con todo el grupo clase. Tras visitar presencialmente las instalaciones, se pretende mostrar la aplicabilidad en la vida cotidiana de los productos obtenidos en las plantas petroquímicas y otras industrias. A través de la visualización de un video de dos minutos de duración, se expondrá a los alumnos cómo el crudo, que es el nuevo “oro negro”, está más presente en nuestra sociedad de lo que creen. Muchos de los estudiantes es posible que no conozcan, la gran cantidad de aplicaciones y artículos que representan los productos derivados del petróleo.

<https://www.youtube.com/watch?v=nFLNIII9g2g>

Al finalizar el video, se preguntará a todo el grupo clase si eran conscientes de todos los usos que tienen el petróleo y sus derivados, y si ha habido alguna aplicación que les ha sorprendido por no saber que provenía de este combustible fósil. El video pretende mostrar el papel tan importante e imprescindible que juega el petróleo en la sociedad actual.

En esta parte de la visita, también será el momento, para que los responsables del centro expongan a los estudiantes cuáles han sido las remodelaciones e implantaciones tecnológicas que ha sufrido la planta en los últimos tiempos para adecuarse a los requisitos legales y sociales, así como las futuras líneas de investigación en el desarrollo de nuevos productos derivados del petróleo.

A través de la visita al complejo petroquímico de Repsol, el alumno podrá palpar de primera mano la realidad de una industria petroquímica, y reflexionar sobre la importancia de la tecnología y los avances científicos en la mejora de los procesos, tanto a nivel productivo como medio ambiental, y el progreso que supone en muchos aspectos de nuestras vidas cotidianas. Los estudiantes, también tomarán una mayor conciencia de las consecuencias que representa la industria petroquímica en el avance de la sociedad actual, siendo indispensable y un sector estratégico para el adecuado funcionamiento de otras industrias. Esta actividad se trabaja desde un enfoque claramente CTSA, en el que el alumno puede apreciar los avances de la Ciencia, la Tecnología y sus consecuencias sobre la Sociedad y Medio Ambiente entre la Química e Industria y concretamente el petróleo y la industria petroquímica.

Como se ha comentado anteriormente, el día previo a la excursión, el docente entregará una ficha a los alumnos (véase Anexo II: “Ficha a cumplimentar durante la salida de campo”) para que durante la visita trabajen sobre ella. Tendrán que cumplimentarla con la información extraída de las explicaciones, la toma de datos que recopilen, la documentación y las aclaraciones que faciliten los responsables de planta. Antes de finalizar la visita, y durante unos minutos, se dejará a los alumnos que trabajen en los grupos formales establecidos al inicio de la unidad, para acabar de completar la ficha. Los datos obtenidos servirán para actividades posteriores a la salida y se compararán entre los estudiantes.



ACTIVIDAD 3: JUICIO MEDIOAMBIENTAL

Tabla 6. Características principales de la actividad 3

<u>Características de la actividad:</u>	
Tipo de actividad	Actividad de desarrollo e investigación
Recursos necesarios	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>Recursos materiales:</u> Uso de recurso TIC: Utilización de ordenadores, conexión a internet, proyector, pantalla; espacio de trabajo: aula de informática para recopilar información y aula de clase para realizar el juicio, elaboración de informes y reflexiones finales. ✓ <u>Recursos económicos:</u> No procede ✓ <u>Recursos humanos:</u> No procede
Tipo de agrupamiento	✓ Para toda la actividad: Tres grupos de seis alumnos cada uno.
Tiempo estimado	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 1 Sesión*: Presentación del ejercicio. Inicio de la actividad para recopilar parte de la información. ✓ 2 Sesión: Juicio medioambiental ✓ 3 Sesión: Veredicto juicio. Conclusiones finales con el visionado de un vídeo <p>* Dada la extensión del trabajo, parte de él se deberá realizar en casa.</p>
Contenidos (C)	C3; C4; C5; C7; C8; C9,
Objetivos (O)	O1; O5; O6; O7; O8; O9; O10; O12; O13; O14; O15
Competencias Básicas (CB)	CB1; CB2; CB3; CB4; CB5

Fuente: Elaboración propia

Descripción de la actividad

La actividad 3 consiste en realizar un juicio medioambiental. Durante la primera sesión, se presentará a la clase un par de noticias relacionadas con los problemas medioambientales y de salud sobre las personas, que padece la zona de Tarragona donde se ubica el Complejo Petroquímico.

Una de estas informaciones hace referencia a las quejas de los vecinos por las emisiones contaminantes procedentes de las industrias de esa región.

<http://www.ecoticias.com/medio-ambiente/116342/Complejo-petroquimico-Tarragona-50-anos-contaminando-control>

La otra noticia, advierte sobre una fuga de benceno, contaminante cancerígeno reconocido, que registró la planta de Repsol y que obligó la evacuación de varias personas que se encontraban en la zona de afectación.

<http://www.lavanguardia.com/local/tarragona/20160627/402797781837/planta-repsol-tarragona-registra-fuga-benceno.html>

Ambos casos problemáticos serán investigados por los estudiantes. Posteriormente, se recreará un juicio-debate, en el que deberán participar todos las partes implicadas, que intentará dar una respuesta a los casos expuestos. El objetivo principal de esta actividad es que los alumnos indaguen sobre la problemática planteada a partir de la búsqueda, análisis y selección de datos e información para que a continuación, participen a través de la argumentación en la toma de decisiones de temas vinculados a la ciencia y la tecnología y que afectan a la sociedad. La actividad también promueve el pensamiento crítico de los estudiantes, y que éstos vayan formando su propia opinión basada en unos conocimientos que han ido adquiriendo a lo largo de la unidad.

El ejercicio se realizará de manera cooperativa, de modo que cada grupo elaborará una parte de la actividad para que posteriormente construyan de forma conjunta los contenidos trabajados. La clase se dividirá en tres grupos de seis alumnos cada uno. Cada grupo, estará formado a su vez por dos grupos formales de tres estudiantes cada uno. De esta manera se evita fragmentar el agrupamiento previsto al inicio de la unidad didáctica.

Un grupo de estudiantes adoptarán el rol de una asociación de vecinos y consultores ambientales, otro de ellos representarán a las industrias del complejo petroquímico y el tercer grupo serán los jueces quienes deberán emitir las conclusiones finales y un veredicto.

Los consultores ambientales tendrán la misión de exponer e investigar sobre los siguientes aspectos para defender su posición: los riesgos de contaminación sobre las personas procedentes de las diferentes industrias de la zona, las emisiones por CO₂ (contaminación atmosférica), vertidos y generación de residuos que provienen

de estas fábricas, los efectos medioambientales en la región de Tarragona, los intereses de estas industrias en esta área geográfica, cuestionar la información y datos aportada por la empresa visitada, etc...

Los estudiantes que representan a las organizaciones industriales deberán basar sus argumentaciones en: valorar la importancia del sector petroquímico en nuestra vida cotidiana así como los avances tecnológicos en nuevos materiales y productos, las repercusiones positivas que aportan las industrias en la zona de Tarragona sobre la sociedad como es la creación de empleo y riqueza, la colaboración que tiene el complejo industrial con la comunidad, la sostenibilidad y la seguridad (tanto industrial como laboral) que tiene implantada la empresa, etc... Podrán aportar los datos de emisiones contaminantes, vertidos, generación de residuos y otra información facilitada por Repsol durante la visita.

Los alumnos que adoptan el rol de jueces, también deberán realizar un trabajo de investigación. Éste les va a permitir situarse en el contexto, entender las explicaciones de cada una de las partes, intervenir durante el juicio con preguntas adecuadas y finalmente poder emitir un veredicto certero.

Los sectores implicados expondrán al resto de la clase sus argumentaciones. Han de defender su posición a partir de datos objetivos y un análisis exhaustivo de los mismos. Posteriormente, el grupo de alumnos que representan a los jueces escucharán, realizarán interpelaciones, estudiarán la documentación aportada por las partes y tomarán una decisión final sobre la peligrosidad de la actividad industrial en esta región, tanto a nivel ambiental como sobre las personas. Para fallar de forma adecuada, también será necesario que los jueces valoren la importancia del sector petroquímico en la sociedad actual y los avances científicos y tecnológicos que tienen como finalidad mejorar los procesos y productos.

Durante la primera sesión, los alumnos empezarán a trabajar en la búsqueda de información para la defensa de su postura. Puesto que encontrar documentación, elaborar el informe y preparar la exposición requiere de más tiempo, la actividad deberá ser continuada en casa. Se deja un plazo de una semana para que los estudiantes terminen sus trabajos. Esta primera sesión se llevará a cabo en el aula de informática. Posteriormente, en la segunda sesión de clase se procederá a realizar el debate-juicio. Éste se celebrará en el aula ordinaria. Se dejará otra semana para que los estudiantes, que representan a los jueces, puedan elaborar su informe con la decisión final y expongan también sus conclusiones en una tercera y última clase.

Como reflexión final, la actividad concluirá con el visionado de dos tráileres de unos 5 minutos de duración cada uno, que forman parte del documental titulado “*La Vall de Francolí, l'alè del Camp*”. Estos vídeos examinan los efectos sobre la salud de las personas y el paisaje que ha ejercido la industria petroquímica en la comarca del Camp de Tarragona, que abarca entre otras ciudades a Tarragona, Reus y Valls.

https://www.youtube.com/watch?v=c_g_Lt4OrZ4

<https://www.youtube.com/watch?v=-P6dNTggloo>

A fecha actual el documental no está terminado, por lo que los estudiantes no podrán visualizarlo completamente pero les dará una idea de las problemáticas que sufren hoy en día los habitantes de la región del Tarragonés y el Camp de Tarragona.

ACTIVIDAD 4: ¿CUÁNTO CONTAMINA TU COCHE?



Tabla 7. Características principales de la actividad 4

<u>Características de la actividad:</u>	
Tipo de actividad	Actividad de desarrollo y cierre
Recursos necesarios	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>Recursos materiales:</u> Material para el experimento: Gomas para conectar el tubo de escape del vehículo, tubo de vidrio, globo para la recogida del gas, pinza tipo Hoffman, azul de bromotimol, fenoftaleína, reactivo Griess-Ilosvay, hidróxido sódico, vinagre, bicarbonato sódico, material diverso de laboratorio; Recursos TIC: ordenador, internet, proyector, móvil; coche; pizarra; Artículo científicos; Espacio de trabajo: Laboratorio, exteriores del aula y la clase. ✓ <u>Recursos económicos:</u> No procede ✓ <u>Recursos humanos:</u> Profesor de refuerzo para la supervisión de las experiencias de laboratorio.
Tipo de agrupamiento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lluvia de ideas: Grupo clase ✓ Actividad experimental: Grupos formales de tres alumnos ✓ Lectura artículo: Individual ✓ Debate en clase: Grupo clase
Tiempo estimado	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 1 Sesión: Inicio del tema y de la parte experimental ✓ 2 Sesión: Finalización del experimento. Exposición de resultados ✓ *3 Sesión: Cálculo de CO₂ de los vehículos mediante un calculador. Debate y discusión de los resultados obtenidos y de la lectura. <p>* La lectura del artículo la realizará cada alumno en casa.</p>
Contenidos (C)	C3;
Objetivos (O)	O1; O2; O3; O8; O9; O10; O11; O16
Competencias Básicas (CB)	CB1; CB2; CB3; CB4; CB5

Fuente: Elaboración propia

Descripción de la actividad

Los principales contaminantes atmosféricos procedentes del uso de combustibles derivados del petróleo son: gases como el dióxido de carbono (causante entre otros del efecto invernadero), el dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno (componentes esenciales para la formación de lluvia ácida), multitud de COV's (compuestos orgánicos volátiles) y otros metales pesados que deterioran el aire.

El objetivo de esta actividad es que el alumno sea capaz de detectar la presencia de algunos de estos contaminantes en las emisiones procedentes de un medio de transporte, tal habitual para ellos, como es el coche. Concretamente, deberán demostrar la existencia de CO₂ y de NO_x, y que posteriormente conozcan cuánto contamina su vehículo familiar. La actividad se dividirá en dos partes. La primera de ellas será de experimentación e investigación y la otra de análisis y reflexión.

Antes de iniciar la parte experimental de la actividad, se dedicarán unos minutos de la sesión para hacer una lluvia de ideas, a modo recordatorio, para plantearles a los estudiantes qué reacciones químicas tienen lugar en un coche, qué productos y subproductos se obtienen de una reacción tan importante en nuestras vidas como es la combustión, cuáles son las características del CO₂ y cuál es la reacción ácido-base que puede experimentar, para qué sirve un indicador de pH, etc... Estas preguntas, a modo de pistas, les servirán a los alumnos posteriormente para plantear el experimento. Este debate inicial se recomienda realizarlo en el mismo laboratorio para a continuación empezar con el experimento.

Para la actividad experimental se pedirá a los alumnos que se agrupen de tres en tres de acuerdo con los grupos formales establecidos, habiendo un total de seis grupos. Se les entregará el material para el experimento y algunas indicaciones sobre él, pero en ningún caso se les facilitará un guion para que a modo de receta o guía detallada puedan seguirlo. Se pretende que sea el propio alumno, quién a partir de sus conocimientos previos, pueda ir investigando y planteando hipótesis sobre el diseño del experimento que han de realizar. Además de las ideas recordatorias que se habrán visto previamente, se proporcionará a los estudiantes información básica acerca de las sustancias que se les entregan: el azul de bromotimol (indicador que se torna amarillo en medio ácido y azul en medio básico), la fenoftaleína (indicador transparente en medio ácido y rosa en medio básico) y el reactivo Griess-Ilosvay.

Dado del poco tiempo que se dispone para la preparación de las prácticas, tres de los grupos realizarán un tipo de experimento y los otros tres grupos otra experiencia. En ambos casos se debe determinar la presencia de CO_2 mediante dos métodos posibles: en disolución con NaOH (siendo la fenofaleína el indicador de pH) y con azul de bromotimol. La principal diferencia entre las dos prácticas es que, en un caso el CO_2 lo producirán los alumnos, y en la otra situación se tomará una muestra del tubo de escape de un automóvil.

En una de las experiencias, los estudiantes deberán detectar la presencia de CO_2 (mediante los dos métodos previstos), pero fabricándolo ellos mismos a partir de dos sustancias cotidianas y conocidas para los alumnos como son el bicarbonato sódico y el vinagre.

La otra práctica⁵ consistirá en la toma de datos de los gases de combustión de un coche. Esta parte de la actividad tendrá lugar en el parking del centro escolar. Se empleará el vehículo del docente de química y el de algún otro profesor que se preste a ello. La parte analítica se realizará en el laboratorio. Los estudiantes deberán capturar los gases del tubo de escape de un coche y posteriormente, detectar la presencia de CO_2 mediante los dos procedimientos indicados. Puesto que tendrán una muestra de gas, también deberán determinar la existencia de otros contaminantes como son los óxidos de nitrógeno mediante el reactivo de Griess-Ilosvay, que se transformará en color rosa cuando detecte NO_x .

Una vez finalizadas las experiencias, todos los grupos pondrán en común cómo han elaborado y llevado a cabo la práctica, los resultados obtenidos, las dificultades encontradas, etc... Toda esta parte experimental se efectuará en dos sesiones de semanas consecutivas, ya que las clases de laboratorio se realizan semanalmente. Esta parte de la actividad deberá contar con otro docente de ciencias que apoyará, supervisará y guiará a los grupos de una de las prácticas. Mientras, el profesor titular podrá controlar y revisar el otro experimento.

El trabajo práctico en el laboratorio, por un lado es fundamental para el aprendizaje de la Química puesto que es intrínseco al estudio de esta ciencia, y por otro lado favorece la motivación y el interés de los estudiantes hacia la asignatura.

⁵ Práctica adaptada de Soñora, Rodríguez-Ruibal y Troitiño, (2009).

En la tercera, y última sesión de esta actividad, se pretende que cada alumno conozca a través de un calculador las emisiones de CO₂ en g/km. de su coche. Se proponen dos páginas web para comprobar si distan mucho los resultados. Los estudiantes podrán hacer uso de sus móviles para acceder a estos sitios web.

https://www.sunearthtools.com/es/tools/CO2-emissions-calculator.php#txtCO2_7

<https://noticias.eltiempo.es/calculadora-emisiones-de-co2-cuanto-emite-coche>

Una vez calculado se discutirá con todo el grupo clase los valores obtenidos. Los alumnos deberán extraer sus propias conclusiones respecto a qué vehículos contaminan más teniendo en cuenta algunas variables como son: el tipo de combustible utilizado, la marca, el modelo, el año de fabricación, tipo de motor, etc...

El día previo a esta última sesión de clase, se habrá facilitado a los alumnos un artículo científico que deberán leer en casa a modo de deberes. El texto: “*Evaluación de impacto en Salud y Medio ambiente*”, de Sandín y Sarria (2007), establece la conexión existente entre los contaminantes ambientales y los efectos nocivos que ejercen sobre la salud de las personas.

En esta tercera sesión, también se debatirá acerca de los impactos ambientales y sobre la salud de las personas que representa el uso del vehículo particular para desplazarnos (ya que emiten gases contaminantes), cómo influyen los avances tecnológicos en reducir la contaminación, el futuro de los nuevos automóviles, el uso de combustibles más limpios, etc... Los estudiantes deberán aportar soluciones o alternativas viables, para optimizar la movilidad en nuestro día a día con acciones concretas en busca de trayectos y acciones más sostenibles.

La realización de este trabajo práctico-experimental es una estrategia de enseñanza-aprendizaje con un enfoque CTS que busca fomentar la motivación evitando la rutina del aula y promoviendo la implicación personal del alumnado. Además se trata de una actividad situada, es decir que se lleva a cabo en un contexto real y cercano para el estudiante, en el que se intenta que el alumno se sienta protagonista en su proceso de enseñanza-aprendizaje.

ACTIVIDAD 5: EL PETRÓLEO EN NUESTRAS VIDAS



Tabla 8. Características principales de la actividad 5

<u>Características de la actividad:</u>	
Tipo de actividad	Actividad de desarrollo y cierre
Recursos necesarios	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>Recursos materiales:</u> Material diverso: envases de yogures, juguetes, tupers, un reloj, sartén, cepillo de dientes, esponja, enchufe, vajilla, casco de bici, guantes de látex, guantes resistente de neopreno, un trozo de neumático, film transparente, diferentes bolsas de plástico, botellas de diversas clases; Recursos TIC: proyector, ordenador, conexión a internet; pizarra. ✓ <u>Recursos económicos:</u> No procede ✓ <u>Recursos humanos:</u> No procede
Tipo de agrupamiento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Primera parte de la actividad: Grupos formales de tres alumnos ✓ Segunda parte de la actividad: Individual. Trabajo realizado en casa ✓ Tercera parte de la actividad: Grupo Clase
Tiempo estimado	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 1 Sesión: Actividad sobre los plásticos ✓ 2 Sesión: Video y debate final ✓ Sesión en casa: Dada la extensión del trabajo, la parte del trabajo correspondiente a los plásticos biodegradables se realizará en casa.
Contenidos (C)	C6; C7; C8; C9; C10
Objetivos (O)	O1; O8; O9; O10; O14; O15; O16
Competencias Básicas (CB)	CB1; CB2; CB3; CB4; CB5

Fuente: Elaboración propia

Descripción de la actividad

La primera parte de la actividad, se centrará en conocer uno de los productos derivados del petróleo más importante y consumidos por la sociedad actual como son los plásticos. Sobre una mesa se presentarán una cantidad de productos (de material plástico) cotidianos y habituales para los alumnos. Éstos están presentes en ambientes tan usuales para las personas como: en los lugares de trabajo, en el supermercado, en el ocio, en la comida, en casa, etc... Algunos de los objetos

mostrados serán: envases de yogures, juguetes, tupers, un reloj, sartén, cepillo de dientes, esponja, enchufe, vajilla, casco de bici, guantes de látex, guantes resistente de neopreno, un trozo de neumático, film transparente, diferentes bolsas de plástico, botellas de diversas clases.

Para esta primera parte de la actividad se trabajará de forma cooperativa. En agrupamientos formales de tres alumnos, serán los grupos constituidos para la presente unidad didáctica, se repartirán los diferentes objetos. Cada grupo deberá determinar las propiedades físicas de los productos a partir de una identificación visual, manipulativa y de sus conocimientos previos. Tendrán que establecer cuáles son las características de los artículos de manera cualitativa: maleabilidad, ductilidad, resistencia mecánica, aislamiento eléctrico y térmica, impermeabilidad, textura, si son ligeros o no, biodegradabilidad, reciclabilidad, etc... También deberán citar otras aplicaciones para cada tipología de plástico. Posteriormente, se pondrá en común cada una de las conclusiones aportadas por los grupos, y entre todos se nombrarán y clasificarán cada uno de los plásticos según su estructura. Conociendo las propiedades y prestaciones de estos materiales, los estudiantes deberán proponer qué tipo de plástico emplearían para la fabricación de un faro de automóvil.

Este primer ejercicio, ocupará una sesión de clase y se llevará a cabo en el aula habitual.

La segunda parte de la actividad pretende mostrar la problemática medioambiental que representan los materiales plásticos en nuestra sociedad, especialmente aquellos que no son reciclables o biodegradables. Se expondrá cómo la ciencia y la tecnología avanzan en la búsqueda de plásticos biodegradables que sean respetuosos con el medio ambiente y que constituyan una alternativa real al uso del petróleo.

Para ello, se propone a los alumnos que indaguen sobre la historia de los bioplásticos, los tipos que existen actualmente y las diferencias entre los bioplásticos y los plásticos tradicionales. Se recomienda un par de páginas webs, una de ellas de una empresa tecnológica que produce bioplásticos y otra de biotecnología, en la que pueden encontrar parte de la información. Deberán buscar más documentación en la red para entender qué supone actualmente la tecnología de estos nuevos materiales, y qué aplicaciones presentes y futuras se desarrollarán.

<http://www.zeaplast.cl/plasticos-biodegradables/historia-de-los-bioplasticos+-20>

<http://porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno&opt=5&tipo=1¬e=48>

Tras revisar la documentación, los estudiantes tendrán que:

- Realizar un resumen de los principales hitos en la evolución de los plásticos biodegradables.
- Realizar un esquema propio con la clasificación de los plásticos, usos y ámbitos de aplicación.
- Indicar cuáles son las dificultades actuales para la implantación global de los bioplásticos.
- Reflexionar sobre las consecuencias sociales, económicas, ambientales, que supondrá el uso de estos nuevos materiales.
- Buscar la huella ecológica de los principales plásticos comunes (tradicionales y nuevos materiales).

Los alumnos desarrollaran este ejercicio de manera individual en sus casas, como parte de los deberes de la asignatura.

La tercera, y última parte de la actividad, concluye con la visualización de un corto de unos 15 minutos de duración de COTEC, una fundación que promociona la innovación para el desarrollo social y económico, sobre la economía circular. El video busca concienciar a los visitantes sobre la actual sociedad de consumo de “usar y tirar” en la que vivimos. A partir de un artículo, que se ha convertido de primera necesidad en nuestras vidas, como es el móvil, el filme explica cómo podríamos reutilizarlo o reciclarlo para reducir su producción. Con ello, conseguiríamos consumir menos, disminuir los residuos, reducir las emisiones de CO₂ y la extracción indiscriminada y masiva de material fósil. El video pretende mostrar a los estudiantes que este ejemplo es de aplicación a muchos otros artículos que se fabrican diariamente.

La proyección del filme puede resultar motivadora y llegar conectar con el estudiante, ya que emplea un lenguaje cercano y trata sobre objetos cotidianos y de uso habitual para ellos como son los móviles, los coches o los videojuegos.

<https://www.youtube.com/watch?v=Lc4-2cVKxpo>

Tras ver estas imágenes, se llevará a cabo un debate en el grupo clase a modo de conclusiones y cierre sobre ésta y otras problemáticas vistas en la unidad. Se espera que los alumnos desarrollen, con espíritu crítico, su punto de vista haciendo uso de un lenguaje adecuado y a partir de los conocimientos que hayan ido adquiriendo a lo largo de las diferentes actividades. Esta segunda y última sesión se llevará a cabo en el aula.

4.8. Evaluación del proceso

El estudiante ha de hacer una autoevaluación de lo que ha aprendido y también sobre su proceso de aprendizaje. Es importante que el alumno sea reflexivo en su propio aprendizaje, que defina y asimile los conceptos adquiridos y los integre a los conocimientos que ya tuviera.

El docente tendrá que evaluar el aprendizaje y el proceso de enseñanza-aprendizaje que ha seguido el alumno para el desarrollo de esta secuencia didáctica, y deberá valorar tanto los contenidos conceptuales como los procedimentales y actitudinales. Se llevará a cabo una evaluación continua sumativa:

- Evaluación de conceptos: Esta evaluación ayuda a verificar si los estudiantes han adquirido los conceptos expuestos. Las actividades contienen instrumentos de evaluación como son la elaboración de ejercicios, informes, resolución de problemas en los que el alumno deba analizar, comprender y valorar los aspectos sociales y tecnológicos de los contenidos tratados, etc... Al finalizar el tema, los discentes realizarán una prueba escrita a través de un cuestionario de conocimientos (véase tabla 9. *Cuestionario de conocimientos* del anexo III).
- Evaluación de procedimientos: Son actividades prácticas. Se evalúa a través de la observación directa de los estudiantes en sus exposiciones, debates, opiniones, trabajo en el aula y laboratorio, en la salida de campo, etc...
- Evaluación de actitudes: Se valora las actitudes que se pretenden fomentar en los alumnos como son el uso del conocimiento científico para opinar de manera crítica y fundamentada, la actividad investigativa, la capacidad de vincular la ciencia la tecnología y la sociedad, el trabajo en equipo, etc... Se pueden utilizar listas de control o escalas de valoración por parte del profesor para evaluar este tipo de contenidos.

Con respecto al proceso de enseñanza-aprendizaje que han seguido los alumnos, entre otros aspectos, el docente deberá tener en cuenta la dificultad que han tenido los estudiantes para llegar al cambio conceptual, la adecuación del tiempo, el interés que el tema ha suscitado entre los alumnos, la dificultad de la puesta en práctica de las actividades, etc... El profesor podrá utilizar como técnicas de evaluación cuestionarios (véase tabla 10. *Cuestionario de satisfacción*, del anexo IV), observación directa o el diario del docente.

5. Evaluación de la propuesta

La propuesta didáctica de intervención que se ha planteado, ha sido diseñada para realizarla en unas 11 sesiones y para tratar principalmente los contenidos concretos relacionados con el petróleo y la industria petroquímica. Se han trazado una serie de actividades contextualizadas en las que el protagonista principal es el petróleo y su industria, y éstos han servido como hilo conductor para el desarrollo del resto de ejercicios.

La secuencia didáctica parte del refinado del petróleo y cómo se obtienen los productos derivados del crudo, para pasar a conocer las consecuencias, tanto positivas como negativas, que se generan de la fabricación y de sus usos. Se pretende que los estudiantes obtengan una visión global del proceso industrial de purificación, para ir concretando en la problemática ambiental que supone la utilización de combustibles fósiles. No obstante, los ejercicios planteados también buscan ofrecer una imagen positiva y necesaria del petróleo y su industria, sin demonizarlo completamente, y procuran que los estudiantes perciban la necesidad de buscar alternativas reales al uso de combustibles fósiles. Es por ello que se sugiere que se siga la temporalización prevista y no se altere el orden de las actividades.

Una vez finalizadas las secuencias de actividades, se recomienda que los alumnos evalúen la propuesta de intervención. Es aconsejable no demorar esta evaluación para evitar que los estudiantes olviden sus valoraciones, las deficiencias detectadas, los aciertos de los ejercicios planteados y pierdan la perspectiva de lo que les ha aportado la unidad. Por tanto, la evaluación ha de ser cercana en el tiempo a la finalización de la secuencia didáctica.

Para evaluar la propuesta de intervención, no sólo se deberá valorar el nivel de cumplimientos de los objetivos planteados, sino también los siguientes aspectos que servirán al profesor para reflexionar sobre su práctica docente, estos son: la motivación del alumnado, el protagonismo de los estudiantes, las propias actividades, la programación y metodología. Para ello se elaborará una serie de cuestionarios de satisfacción que tendrá en cuenta los ámbitos indicados y unas preguntas de evaluación sobre el aprendizaje de los estudiantes que englobaran contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. Los cuestionarios de evaluación y satisfacción se encuentran en los anexos III y IV respectivamente.

Muchos de los autores incluidos en el apartado del marco teórico, afirmaban que un mayor interés y motivación de los alumnos en el estudio de las ciencias mejoraban los resultados académicos de estos. Ya se ha revisado como en estudio de Robles et al. (2015), y de otras investigaciones (FECYT, 2011), los estudiantes valoraban con buena nota la propuesta de actividades dinámicas y que se salieran de los habituales ejercicios o problemas y clases teóricas. Así las visitas a fábricas, el uso de videos y ordenadores, los debates y tertulias, el rol-playing, etc... son evaluadas positivamente entre los alumnos. Este tipo de propuestas han sido las utilizadas para el desarrollo de la presente secuencia didáctica. Se tratan de actividades dinámicas, cooperativas, entretenidas en las que el alumno es el protagonista principal en cada una de ellas y buscan la construcción de un aprendizaje significativo por parte de los discentes. Por tanto, es de esperar que éstas ayuden a motivar a los estudiantes en el estudio de la Química, aumenten la participación de los alumnos en el transcurso de la clase y logren obtener mejores resultados académicos. Además, la propuesta pretende potenciar las habilidades investigativas y científicas, el análisis crítico, el trabajo en equipo, la manipulación adecuada de los recursos TIC y el material químico entre los estudiantes.

Por otro lado, y vinculando con lo anterior, Marchán-Carvajal, I y Sanmartí, N. (2015) en su artículo sobre cuáles han de ser los criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas, señalan la importancia de usar los contextos (es decir aplicar la ciencia a situaciones reales) en la enseñanza para fomentar el aprendizaje significativo de los estudiantes, aumentar la motivación hacia la ciencia y las vocaciones científicas y favorecer la competencia científica. Plantear actividades desde una perspectiva CTS y en contexto es lo que buscaba el presente trabajo, por ello se cree firmemente que éstas serían ampliamente aceptadas por los estudiantes de un curso de primero de Bachillerato para el desarrollo de los contenidos propuestos.

6. Conclusiones

Tras la revisión de la bibliografía utilizada en el marco teórico, en el que se incluye un apartado de estudios y propuestas didácticas aplicadas al estudio de la Química con enfoque CTS, y que en general obtienen resultados similares respecto a la motivación e interés de los estudiantes, se puede concluir con las siguientes afirmaciones:

En referencia al objetivo general de la propuesta para el presente trabajo:

- El petróleo, sus derivados y, por extensión, la evolución de su industria ha conseguido ofrecernos una mejor calidad de vida. Los avances científicos y tecnológicos a lo largo de la historia de la industria petroquímica, nos ha aportado innumerables soluciones a cuestiones cotidianas relacionadas con la sociedad, por lo que esta temática proporciona fuertes conexiones entre la Ciencia la Tecnología y la Sociedad (CTS).
- Es viable diseñar material didáctico partiendo de un combustible fósil, como es el petróleo, y la industria petroquímica, de forma que constituyan un recurso didáctico efectivo para impartir los contenidos propios de Química y comunes de la asignatura de Física y Química de primero de Bachillerato, además de otros contenidos de temas transversales, desde una perspectiva CTS.
- El petróleo, los productos que se derivan de la industria petroquímica y otras industrias, pueden tratarse adecuadamente desde un enfoque CTS en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Química. Por un lado se encuentran muy presente en la vida cotidiana de los alumnos (por ejemplo los combustibles y otros productos de primera necesidad), por otro lado el “oro negro” y su industria suscitan una gran controversia entre la población por la imagen negativa que se acostumbra a difundir de esta temática.

Con respecto a los objetivos específicos de la propuesta de intervención que se han planteado para este trabajo final de máster:

- Se ha podido corresponder el diseño de una serie de actividades relacionadas con el petróleo, la industria petroquímica, el diseño de nuevos materiales y la contaminación que se deriva de ella, con los contenidos y objetivos curriculares exigidos por la normativa.
- Es factible que los alumnos, que han de estudiar estos contenidos de la asignatura de Química, logren conseguir un mayor sentido crítico e iniciativa investigadora, porque las actividades relacionadas con el petróleo y su industria se han diseñado a partir de recursos didácticos dinámicos (salidas de campo, debates, juegos de rol-playing, etc...) y desde un enfoque CTS y contextualizado, que como ha quedado demostrado, mejora el interés por aprendizaje de los contenidos de las asignaturas científicas.
- Las actividades planteadas, principalmente la visita a una industria del sector químico, buscan remover la conciencia y las inquietudes de los estudiantes por la elección de estudios superiores relacionados con asignaturas científicas al acercarles a esta posibilidad real de futuro profesional.
- El petróleo, la industria petroquímica, sus desarrollo científicos y los avances tecnológicos que han sufrido, es una adecuada manera de enseñar a los estudiantes lo que han contribuido a la vida actual de las personas y lo importante que ha sido para que la sociedad progrese. Por tanto, es una temática que puede aportar un adecuado enfoque CTS en las actividades que se diseñen para los procesos de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas científicas.
- En la mayoría de las actividades propuestas en la presente unidad didáctica se fomenta el trabajo cooperativo. Esta estrategia incrementa el rendimiento de los alumnos sobre el trabajo individual. Sirve también, para que los estudiantes se ayuden a transferir los conocimientos y se sientan en la obligación de clarificar más su posición elaborando sus argumentos con mayor rigor.
- Las actividades planteadas pretender potenciar entre los estudiantes, el desarrollo de ciertas habilidades y competencias que serán fundamentales en la formación de futuros ciudadanos: el uso y dominio de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), la adquisición de criterios para

discernir y seleccionar información y contenidos digitales, el trabajo en equipo, el desarrollo de la capacidad de liderazgo, la promoción del aprendizaje autónomo, el desarrollo de la capacidad de razonar de forma crítica, el desarrollo de la comunicación oral y un sentido creativo y de iniciativa.

7. Limitaciones y perspectivas

Una de las principales limitaciones de la presente propuesta teórica ha sido el escaso número de referencias bibliográficas encontradas y que éstas estuvieran actualizadas. Se han hallado ciertos autores destacados en el campo de la investigación educativa, y muy vinculados al objeto estudio del presente trabajo, cuyos artículos y estudios han sido utilizados para el desarrollo del marco teórico (Solbes, Acevedo, Caamaño, Vilches, Manassero y Furió). Sin embargo sus publicaciones no son recientes, se remontan varios años atrás. Las investigaciones y los fundamentos teóricos, relacionados con el enfoque CTS como estrategia educativa para el estudio de las ciencias, la contextualización y la motivación de los alumnos en el estudio de la Física y la Química, se desarrollaron principalmente (por estos y otros autores) en los años 80, 90 y los primeros años de este siglo. Posteriormente a este período hay escaso material publicado respecto a esta temática, y se encuentran principalmente trabajos relacionados con propuestas prácticas y ejemplos basados en actividades y unidades didácticas contextualizadas y desde una dimensión CTS. No obstante, el marco teórico de la mayoría de estos materiales divulgados, hacen referencia a los autores y trabajos nombrados anteriormente.

Otras de las limitaciones de este trabajo es el hecho que no pueda reproducirse completamente en centros educativos de otras ciudades o comunidades autónomas por tener un contexto diferente. Cabe recordar, que la actividad principal que impulsa el resto de ejercicios se centra en un tipo de industria, y en una comarca y entorno específico que no tiene por qué ser la realidad en otras regiones donde se quiera implantar la presente propuesta. No obstante, este trabajo podría ser un punto de partida para adaptarlo a nuevos contextos más cercanos de los discentes a quién vaya dirigido la unidad didáctica.

En el planteamiento de la presente propuesta de intervención, se ha debido delimitar el alcance de ésta a unos pocos contenidos de la parte de Química y de la actividad científica de un primer curso de Bachillerato de la asignatura de Física y Química. Sin embargo, la temática concreta elegida (el petróleo y su industria) podría haber servido como contexto para tratar otros muchos contenidos, a partir del desarrollo de actividades desde una dimensión CTS, tanto de la parte de Química (métodos utilizados para la detección de ciertas sustancias, reacciones químicas presentes en diversas industrias, desarrollo de más contenidos de química orgánica,

etc...), como en menor grado la parte de la materia de Física (principalmente del bloque de la energía).

Finalmente, el no haber podido evaluar la propuesta a través de los cuestionarios de satisfacción y de conocimientos diseñados para tal efecto, hace que no se dispongan de datos experimentales acerca de los aciertos y las carencias de la propuesta planteada para poder mejorarla en un futuro. No obstante, y tal y como se ha argumentado en el apartado 6, se esperan que los resultados de esta propuesta sean positivos a pesar de no haberse podido llevar a cabo.

Tras haber revisado las limitaciones del trabajo se hace necesario exponer cuáles podrían ser las futuras vías de investigación relacionadas con el presente proyecto. Se muestran a continuación:

- El planteamiento de actividades vinculadas al petróleo y su industria como elemento central, contextualizado y tratado desde una motivadora perspectiva CTS para el proceso de enseñanza-aprendizaje, se podría adaptar a otros cursos. Así por ejemplo, en un tercer curso de ESO, el bloque 3 de la asignatura de Física y Química incluye impartir contenidos concernientes a valorar la importancia de la industria química en la sociedad y los impactos ambientales asociados a las emisiones de éstas. En el bloque 5 de esta misma materia, se podría relacionar el petróleo como ejemplo de fuente de energía no renovable versus el uso de otro tipo de energías más limpias. En cuarto curso de la ESO, en el bloque de contenidos 3 se incluyen las reacciones de combustión típicas en la automoción. Como puede observarse en ambos cursos, la temática escogida ofrece muchas posibilidades para elaborar actividades relacionadas con ella o adaptar las que se han propuesto para alcanzar los objetivos y contenidos curriculares.
- Otra posible vía de investigación es plantear una propuesta de intervención, igualmente con un enfoque CTS pero utilizando como elemento central otro contexto o temática siendo éste similar o totalmente diferente. Así, se podrían extrapolar las actividades planteadas a otro tipo de industria, como por ejemplo la siderúrgica o las energéticas, en las que se pondría en relieve otras situaciones problemáticas que también afectan a la sociedad y al medio ambiente.

- El petróleo y la actividad industrial, los problemas de contaminación que se derivan de ella, así como las consecuencias sobre la salud de las personas que genera este sector puede ser planteado también como enfoque CTS para impartir los contenidos y conceptos de otras asignaturas, como por ejemplo la biología, la geología, las ciencias aplicadas a la actividad profesional, la tecnología industrial, las ciencias de la tierra y del medio ambiente, etc...
- Otros proyectos futuros podrían ser el diseño de una propuesta de intervención utilizando otro tipo de metodologías o estrategia didáctica en lugar del enfoque CTS, como por ejemplo un ABP (aprendizaje basado en problemas), utilizando la misma temática que mejorara igualmente la motivación de los estudiantes.
- El fin último de una propuesta es que ésta pueda materializarse. Por ello una posible línea de investigación sería que el presente trabajo se llevara a cabo en un centro escolar concreto y con unos destinatarios reales. De tal forma se llegarían a obtener datos precisos que servirían para evaluar si los objetivos de la propuesta se han alcanzado.

8. Referencias bibliográficas

- Acevedo, J.A. (1996). “La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema”, *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), 35 – 44
- Acevedo, J.A. (1997). Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): un enfoque innovador para la enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 10, 269 – 275.
- Acevedo, J.A., Vázquez, A., Manassero, M.A. (2001). Capítulo 1: El Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias. En M.A. Manassero, A. Vázquez, J.A. Acevedo, *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- Acevedo, J. A., Vázquez, A., Manassero, M.A. (2003). Papel de la educación CTS en la alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 2, 80 – 111.
- Aikenhead, G.S. (2003). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. *Educación Química*, 16 (2), 114 – 124. En R. Cross (Ed.) *A visión for science education. Responding to the work of Peter Cross*. Oxon: RoutledgeFalmer.
- Aragón, M.M. (2004). La ciencia de lo cotidiano. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (2), 109 – 121.
- Arrebola, M.J., Casas del Castillo, R., Carrillo-Rosua, F.J. (2015). Actividades para la enseñanza de las fuentes de energía en Educación Secundaria Obligatoria. *Reidocrea. Monográfico: Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas*, 22, 148 – 153.
- Barrell, J. (1999). Aprendizaje basado en problemas, un enfoque investigativo. Buenos Aires: Ed. Manantial.
- Beck, U. (1992). *Risk Society: Towards a New Modernity*: Sage.
- Caamaño, A. (1995). La educación Ciencia-Tecnología-Sociedad: Una necesidad en el diseño del nuevo currículum de ciencias. *Revista Alambique*, 3.
- Caamaño, A. (2005). Contextualizar la ciencia. Una necesidad en el nuevo currículo de ciencias. *Revista Alambique*, 46.
- Caamaño, A. (2007). Capítulo 1: Modelizar y contextualizar el currículum de química: un proceso en constante desarrollo. En M. Izquierdo, A. Caamaño, M. Quintanilla, (Ed.), *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos*

- horizontes: contextualizar y modelizar* (pp 19 – 40). Cerdanyola del Vallés: Universitat Autònoma de Barcela: Ed.
- Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 69, 21 – 34.
- Camacho, J. P., Quintanilla, M. (2008). Resolución de problemas científicos desde la historia de la ciencia: retos y desafíos para promover competencias lingüísticas en la química escolar. *Ciencia y educación*, 14 (2), 197 – 212.
- Campanario, J.M., Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (2), 179 – 192.
- Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE), (2011). *Informe Enciende: Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*. Madrid: Rubes Editorial.
- Daza, E.P., Gras-Martí, A., Gras-Velázquez, A., Guerrero, N., Gurrola, A., Joyce, A., Mora-Torres, E., Pedraza, Y., Ripoll, E., Santos, J. (2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. *Educación Química*, Julio 2009, 320 – 329.
- De Manuel, E. (2004). Química cotidiana y currículo de química. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 25 – 33.
- Decreto 142/2008, de 15 de julio, *por el que se establece la ordenación de las enseñanzas de bachillerato*. Diario Oficial de la Generalitat de Cataluña, 5183, de 29 de julio de 2007.
- Díaz Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5 (2), 1 – 13.
- Fernández – González, M., Jiménez – Granados, A. (2014). La química cotidiana en documentos de uso escolar: análisis y clasificación. *Educación Química*, 25, 7 – 13.
- Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT) (2011). *Percepción social de la ciencia y la tecnología 2010*. Madrid: Editorial MIC.
- Furió, C. (2006). La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la química. Una cuestión controvertida. *Educación Química* 17, 222 – 227.
- George, R. (2006). A Cross domain Analysis of Change in Students' Attitudes toward Science and Attitudes about the Utility of Science. *International Journal of Science Education*, 28(6), 571 – 589.
- Gibson, H. L. y Chase C. (2002). Longitudinal Impact of an Inquiry-Based Science Program on Middle School Students' Attitudes Toward Science. *Science of Education*, 86, 693 – 705.

- Gordillo, M.M. (2016). La ciencia, el futuro y las aulas: algunas propuestas didácticas sobre prospectiva. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad – CTS*, 11 (33), 113 – 142.
- Gutiérrez, M.S., Gomez, M.A., Martín-Díaz, M.J. (2001). Capítulo 1: La enseñanza de las ciencias orientada a la formación ciudadana. En P. Membiela, (Ed.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía* (pp 33 – 46). Madrid: Narcea Ediciones.
- Hernández, M., Prieto, J. (2000). Un currículo para el estudio de la historia de la ciencia en secundaria (la experiencia del seminario Orotava de historia de la ciencia). *Enseñanza de las ciencias*, 18 (1), 105 – 112.
- IbercienciaOEI. (s.f.). *Contenedores. Comunidad de educadores materiales didácticos para la cultura científica*. Recuperado el 19 de diciembre de 2017 de <http://ibercienciaoei.org/contenedores/descripcion.php#3>
- Izquierdo, M., Caamaño, A., Quintanilla, M. (Ed.) (2007). *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Jiménez, M^a.R., Sánchez, M^a.A., de Manuel, E. (2001). Aprender química de la vida cotidiana más allá de lo anecdótico. *Alambique*, 28. Recuperado <http://www.grao.com/revistas/alambique/028-esquemas-y-mapas-conceptuales/aprender-quimica-de-la-vida-cotidiana-mas-alla-de-lo-anecdótico>
- Jiménez, M.P., Sanmartí, N. (1995). The development of a new science curriculum for secondary school in Spain: opportunities for change. *International Journal of Science Education*, 17, 425 – 439.
- Jiménez-Liso, M.R., De Manuel, E. (2009). La química cotidiana, una oportunidad para el desarrollo profesional del profesorado. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8 (3), 878 – 900.
- Krajcik, J.S., Blumenfeld, P.C. (2006). Project-based learning. In: R.K. Sawyer, Ed. *The Cambridge handbook of the learning sciences*. Págs. 317 – 333. Cambridge University Press. Cambridge.
- Lamus, G., Vásquez, L.M. (2016). Cómo reducir nuestra huella de carbono. Una experiencia de investigación e innovación en ciencias. *Indagatio Didactica*, 8 (1), 1339 – 1353.
- Layton, D. (1988). Revaluing the T in STS. *International Journal of Science Education*, 10(4), pp. 367-378.

- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, *de Educación*. Boletín Oficial del Estado, 106, de 04 de mayo de 2006.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, *para la mejora de la calidad educativa*. Boletín Oficial del Estado, 295, de 10 de diciembre de 2013.
- Marbà-Tallada, A., Márquez, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las ciencias*, 28 (1), 19 – 30.
- Marchán-Carvajal, I., Sanmartí, I. (2015). Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica. *Educación Química*, 26, 267 – 274.
- Marco-Stiefel, B. (2001). Capítulo 2: Alfabetización científica y enseñanza de las Ciencias. Estado de la cuestión. En P. Membiela, (Ed.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía* (pp 33 – 46). Madrid: Narcea Ediciones.
- Martín, M.J., Gutiérrez, M.S., Gómez, M.A. (2011). Capítulo 7: Las ciencias en la ESO desde la perspectiva de la alfabetización científica. En A. Caamaño (Coord.), *Física y Química: complementos de formación disciplinar* (pp. 127 – 147). España: Editorial Graó.
- MECD (2016a). *PISA 2015: Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos. Informe español*. Madrid: Ministerio de Educación.
- MECD (2016b). TIMSS 2015. Informe español. Características principales del estudio de evaluación internacional TIMSS 2015. *Boletín de Educación. Educaine*, 50.
- Medir, M., Abelló, M. (1999). APQUA: Un proyecto CTS a partir de los productos químicos. *Pensamiento Educativo*, 24, 269 – 294.
- Membiela, P. (1997). Una revisión del movimiento educativo ciencia-tecnología-sociedad. *Enseñanza de las ciencias*, 15 (1), 51 – 57.
- Membiela, P. (2001). Capítulo 6: Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias. En P. Membiela, (Ed.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía* (pp 91 – 103). Madrid: Narcea Ediciones.
- Méndez, D. (2015). Estudio de las motivaciones de los estudiantes de secundaria en Física y Química y la influencia de las metodologías de enseñanza en su interés. *Educación XX1*, 18 (2), 215 – 235.
- Meróni, G., Copello, M.I., Paredes, J. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educación Química*, 26, 275 – 280.

- Morales, P., Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13, 145 – 157.
- Murphy, C., Beggs, J. (2006). Children perception of school science. *School Science Review*, 84 (308), 109 – 116.
- Oliva, J.M., 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.
- Osborne, J., Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*: Nuffield Foundation.
- Pell, T. y Jarvis, T. (2001). Developing attitude to science scales for use with children of ages from five to eleven years. *International Journal of Science Education*, 23, 847- 862
- Petit, M.F., Solbes, J. (2015). El cine de ciencia-ficción en las clases de ciencias de enseñanza secundaria (I). Propuesta didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencia*, 12 (2), 311 – 327.
- Pilot, A. y Bulte, A.M.W. (2006). Why Do You "Need to Know"? Context-based education. *International Journal of Science Education*, 28 (9), 953 - 956
- Pozo, J.I., Gomez, M.A. (2009). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ediciones Morata.
- Proyecto APQUA. Aprendizaje de los Productos Químicos, sus Usos y Aplicaciones. Memoria APQUA 2010 – 2015. Universitat Rovira i Virgili. Recuperado de http://www.etseq.urv.es/APQUA/pdf/documents_pdf/Memoria_cast.pdf
- Pulgarín, J.F., García, J.J. (2016). Una didáctica para el estudio del benceno en productos de consumo masivo: aprendizaje con participación ciudadana. *Indagatio Didactica*, 8 (1), 1247 – 1266.
- Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, *por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas*. Boletín Oficial del Estado, 266, de 6 de noviembre de 2007.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, *por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*. Boletín Oficial del Estado, 3, de 3 de enero de 2015.
- Repsol. (2017). *Repsol. Complejo Industrial Tarragona*. Recuperado el 02 de enero de 2018. <https://tarragona.repsol.es/es/sobre-complejo/ven-avernos/index.cshtml>
- Ríos, E., Solbes, J. (2007). Las relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnología y las ciencias: una propuesta con resultados. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 6 (1), 32 – 55.

- Robles, A., Solbes, J., Cantó, J.R., Lozano, O.R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 361 – 376.
- San Valero, C. (1995): “El Proyecto Genoma Humano, sus implicaciones sociales y la Biología de Bachillerato”, *Alambique*, 3, 109-115.
- Sandín, M., Sarriá, A. (2007). *Evaluación de Impacto en Salud y Medio Ambiente*, Madrid: Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (AETS). Instituto de Salud Carlos III, 11-21.
- Sjoberg, S., Schreiner, C. (2010). *The ROSE Project. An overview and key findings*. Oslo.
- Solaz-Portolés, J., Sanjosé, V., Gómez, A. (2011). Aprendizaje basado en problemas en la Educación Superior: una metodología necesaria en la formación del profesorado. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 25, 177 – 186.
- 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.
- Solbes, J., Lozano, O., García, R. (2009). Análisis del uso de la ciencia recreativa en la enseñanza de materias científicas y técnicas en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didácticas de las Ciencias, Barcelona, 1741 – 1745.
- Solbes, J., Montserrat, R., 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., Furió, C. (2010). Debates y argumentación en las clases de física y química. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 63, 65 – 75.
- Solbes, J., Traver, M. (2011). Capítulo 2: Historia de la física y enseñanza de la física. En A. Caamaño (Coord.), *Física y Química: complementos de formación disciplinar* (pp. 35– 47). España: Editorial Graó.
- Solbes, J., Vilches, A. (1997). STS interactions and the teaching of physics and chemistry. *Science Education*, 81 (4), 377 – 386.
- Solbes, J., Vilches, A. (2004). Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las ciencias*, 22 (3), 377 – 348.

- Soñora, F., Rodríguez-Ruibal, M.M., Troitiño, R. (2009). Experiencias e ideas para el aula. Un modelo activo de educación ambiental: Prácticas sobre cambio climático. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 17.2, 196 – 206.
- Universitat Rovira i Virgili. (2016). APQUA. Recuperado el 14 de diciembre de 2017 de <http://www.apqua.org/es/>
- Vázquez, A., Manassero, M.A. (2008). El declive de las actitudes hacia las ciencias de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 27 (1), 33 – 48.
- Vázquez, A., Manassero, M.A. (2009). La relevancia de la educación científica: Actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (3), 274 – 292.
- Villalobos, V., Ávila, J.E., Olivares, S.L. (2016). Aprendizaje basado en problemas en química y el pensamiento crítico en secundaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 21 (69), 557 – 581.
- Zenteno-Mendoza, B.E., Garritz, A. (2010). Secuencias dialógicas, la dimensión CTS y asuntos socio-científicos en la enseñanza de la química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencia*, 7 (1), 2 – 25.

9. Anexos

ANEXO I

Test de Ideas Previas

Contesta a las siguientes preguntas con una X en las que se indiquen y con respuestas cortas en el resto:

1. ¿Crees que el petróleo es necesario? Sí ☐ No ☐
2. ¿Conoces el origen y la composición del petróleo? Sí ☐ No ☐
3. En tu opinión, ¿qué es la industria petroquímica?

-
4. ¿Consideras que el petróleo y las actividades que de él se derivan producen efectos medioambientales adversos? Sí ☐ No ☐
¿Por qué?

-
5. ¿Conoces cómo se obtienen los productos derivados del petróleo? En caso afirmativo realiza una breve descripción:

-
6. En tu región, ¿sabes dónde se ubican industrias petroquímicas? En caso afirmativo indícalo.

-
7. ¿Consideras que es una industria útil y necesaria? Argumenta tu respuesta

-
8. Indica tres productos utilizados en tu vida cotidiana que se obtienen de la industria petroquímica:

-
9. ¿Cómo crees que el petróleo y su industria ayudan a mejorar nuestra calidad de vida?

-
10. ¿Consideras que la industria petroquímica y los productos que de ella se derivan producen algún efecto negativo? ¿Cuál? ¿Crees que podríamos vivir sin ella?

-
11. ¿Qué tipo de contaminación conoces? Indica algún tipo de contaminante procedente de la industria petroquímica.
-

ANEXO II

Ficha a cumplimentar durante la salida de campo

Contesta a las siguientes preguntas respuestas relativas a la visita en una industria petroquímica:

1. ¿Qué ha representado la ubicación del Complejo Industrial Petroquímico hace más de 40 años en la región de Tarragona?
2. Realiza un diagrama del proceso productivo visto en la planta.
3. ¿Qué productos se producen en la planta de refino de Tarragona?
4. ¿Qué significado tiene la antorcha de la refinería? ¿Cómo se encontraría la antorcha si nos encontráramos en una situación anómala?
5. ¿Cuáles son las emisiones atmosféricas principales generadas por la industria visitada? Indica el valor de algún contaminante.
6. ¿Cuál es el tratamiento utilizado por la refinería para la gestión del agua?
7. ¿Por qué constituyen un riesgo para el subsuelo las instalaciones petroquímicas?
8. ¿Cuáles son las nuevas líneas de investigación, tanto en materiales como en combustibles, de la industria visitada? ¿Qué ventajas tendrá en la sociedad? En tu opinión y con la información recopilada, ¿Cuál crees será el futuro energético?
9. Indica algunas de las acciones que llevará a cabo esta empresa para mejorar la sostenibilidad medioambiental, minimizar los impactos de la actividad industrial y mejorar la comunicación con la sociedad.

ANEXO III

Cuestionario de conocimientos

Tabla 9. Cuestionario de conocimientos

CUESTIONARIO DE CONOCIMIENTOS	
1	¿En qué consiste la destilación fraccionada? ¿Cuál es la ventaja de utilizar este método como proceso de refinado del crudo? Cita algún ejemplo de tu vida cotidiana en el que se emplee un método de separación por destilación.
2	Explica en un esquema el proceso de una refinería desde la extracción de crudo hasta el uso de los productos derivados del petróleo.
3	Indica cuáles son los principales productos obtenidos del proceso del refinado señalando la fórmula química y sus principales aplicaciones.
4	¿En qué aspectos han salido beneficiados y/o perjudicados la sociedad y el medio ambiente en los avances científicos-tecnológicos de la industria petroquímica? ¿Cómo valoras la importancia de este tipo de industria y productos que se derivan de ella en la sociedad?
5	Indica las repercusiones medio ambientales asociada al refino de crudo e industria petroquímica en cada una de sus etapas: desde su extracción hasta su transformación en productos derivados del petróleo. Señala tres consecuencias sobre la población que produce ese tipo de contaminación ambiental.
6	Realiza un esquema conceptual que indique los principales métodos de control que dispone Repsol para eliminar y/o reducir la contaminación atmosférica, la generación de vertidos y gestión de residuos.
7	En las cercanías de tu ciudad se quiere instalar una nueva refinería de petróleo que dispondrá además de otras unidades químicas. Debido a este plan, se plantea un problema entre las partes. Vecinos opositores, ecologistas, asociaciones medioambientalistas se oponen a la construcción mientras que ayuntamiento, empresarios, sindicatos están a favor de ella. Razona los argumentos que esgrimirán cada uno de ellos y determina qué harías si finalmente la decisión estuviera en tus manos.
8	Indica y detalla en qué áreas se está investigando en la actualidad para reducir el consumo de petróleo.
9	Indica tres acciones que llevarías a cabo para reducir tus emisiones de CO ₂ .

Fuente: Elaboración propia

ANEXO IV

Cuestionario de satisfacción

Tabla 10. Cuestionario de satisfacción (I)

CUESTIONARIO DE SATISFACCIÓN	
1	Ordena las 5 actividades realizadas según el grado de motivación, siendo 1 la que te haya resultado más motivadora y 5 la que menos.
2	Puntúa en una escala del 1 al 10 el grado de satisfacción de las diferentes actividades realizadas, siendo 1 el “grado más bajo de satisfacción” y 10 el “grado más alto de satisfacción”.
3	Puntúa en una escala del 1 al 10 el grado de aplicabilidad de los conocimientos de las diferentes actividades realizadas, siendo 1 el “grado más bajo de aplicación” y 10 el “grado más alto de aplicación”.
4	El desarrollo de las actividades te ha parecido: Interesante <input type="checkbox"/> Aburrido <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/>
5	Puntúa en una escala del 1 al 10 si los contenidos desarrollados en las diferentes actividades se han adaptado a los objetivos planteados, siendo 1 el “grado más bajo de adaptación” y 10 el “grado más alto de adaptación”.
6	¿Han cambiado tus conceptos e ideas iniciales sobre la temática tratada?
7	¿Consideras que las actividades desarrolladas te han servido para entender mejor los conceptos de Química de la asignatura? Mejor <input type="checkbox"/> Peor <input type="checkbox"/> Igual <input type="checkbox"/> Concreta las actividades y contenidos.
8	¿Crees que el uso de TIC te ha ayudado a comprender mejor algunos de los conceptos? ¿Cuál de ellos? ¿Consideras que se podrían utilizar otras TIC para mejorar las actividades? Indica cuál propondrías.
9	El tiempo dedicado a cada de las actividades, ¿te ha parecido adecuado para adquirir los objetivos? En caso contrario indica en qué casos no se ha ajustado. ¿Consideras que ha sido: Lento <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Rápido <input type="checkbox"/>
10	¿Te ha gustado trabajar más en equipo o de manera individual? Justifica tu respuesta. ¿La distribución de los grupos ha sido la adecuada? ¿En qué grado crees que ha favorecido tu aprendizaje el trabajo cooperativo?
11	¿Crees que las actividades han fomentado la participación activa de los alumnos? Indica en qué casos lo has percibido.
12	¿Te ha parecido adecuado que las actividades relacionaran la ciencia la tecnología con la sociedad?
13	¿Crees que los temas tratados te pueden servir en un futuro? ¿Consideras que las actividades te han ayudado para exponer tus ideas y una opinión crítica mediante un argumento científico-tecnológico en otras situaciones de tu vida individual y social?
14	¿Crees que las actividades propuestas han estado relacionadas con situaciones de la vida cotidiana y reales?
15	¿Prefieres actividades que favorezcan el trabajo autónomo como trabajos de investigación y de búsqueda de información, o que sea el docente el que facilite dicha documentación?
16	¿Te han parecido suficiente los recursos empleados para el desarrollo de las actividades? ¿Han sido variados y suficientes?
17	¿Cómo crees que han influido los avances científicos-tecnológicos en la mejora de la calidad de vida de las personas?
18	Una vez analizados los inconvenientes del uso del petróleo, ¿por qué crees que se sigue demorando la implantación de otros combustibles y productos más sostenibles con el medio ambiente como sustitutos del llamado “oro negro”?

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Cuestionario de satisfacción (II)

CUESTIONARIO DE SATISFACCIÓN	
19	¿Qué te ha parecido el planteamiento de estas actividades en el que el profesor es un guía de las actividades? Razona tu respuesta.
20	Señala otras actividades (o estas mismas pero más ampliadas) que te hubiera gustado realizar, y que puedan mejorar tu interés y aprendizaje, para impartir estos u otros contenidos de la asignatura de Física y Química.
21	Para otras asignaturas, ¿te gustaría realizar actividades dinámicas, contextualizadas donde el alumno sea el protagonista?
22	Para otros contenidos de la asignatura de Física y Química, ¿te gustaría que se trabajasen desde un enfoque de Ciencia Tecnología y Sociedad?
23	¿Qué consideras que ha sido lo mejor de las actividades que has realizado.
24	¿Qué es lo que menos te ha gustado de estas secuencias didácticas?
25	¿Qué contenidos te hubiera gustado trabajar más?
26	Si el año que viene hicieras el mismo curso, ¿te gustaría hacer las actividades que se han planteado? ¿Qué crees que se debería mejorar?
27	¿Qué has echado en falta de las secuencias didácticas? ¿Que sugerencias y aportaciones realizarías.
28	Algunas de las actividades desarrolladas han estado muy relacionadas con sectores profesionales, ¿éstas te han ayudado a pensar o a decidir sobre tu futuro académico y profesional?

Fuente: Elaboración propia