



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

Propuesta para promover la
Alfabetización Científica en
alumnos de 2º de ESO mediante
actividades Ciencia-Tecnología-
Sociedad

Presentado por: Ana Merchán Galán
Tipo de trabajo: Propuesta de intervención
Director/a: Marta Rodríguez Quiroga

Ciudad: Mérida
Fecha: 07/06/2018

Resumen

El hecho de que la sociedad actual demande una población formada por ciudadanos con conocimientos científicos y tecnológicos, unido al bajo interés del alumnado hacia las materias de ciencias, provoca la necesidad de un cambio de paradigma en la enseñanza científica, de manera que, se deje atrás la finalidad propedéutica de las materias de ciencias en la ESO y la educación se oriente hacia la Alfabetización Científica (AC). Así, en este Trabajo de Fin de Máster se ha realizado una investigación bibliográfica sobre esta cuestión y se ha concluido que, para lograr la AC de todo el alumnado es necesario la consecución de unos objetivos más concretos, para lo cual, la enseñanza Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) es la estrategia didáctica más apropiada.

En este trabajo, se presenta una propuesta de intervención en la materia de Física y Química para 2º de ESO. En ella, se tratan los contenidos referentes a los cambios químicos, concretamente, el amoníaco y los fertilizantes derivados del mismo. En base a ello, se estudian las cuestiones sociales de la ciencia y la tecnología mediante diversas actividades, entre las que cabe destacar, la salida pedagógica a las fábricas dónde se sintetizan dichos químicos. De este modo, tanto la temática como las estrategias de enseñanza se basan en el enfoque CTS, por lo que, este proyecto innovador consigue mejorar el interés del alumnado hacia la materia de Física y Química, y promover la AC.

Palabras clave:

Alfabetización científica, CTS, salida pedagógica, Física y Química, ESO

Abstract

The fact that the current society demands a population made up of citizens with scientific and technological knowledge together with the students' low interest towards the science subjects, causes the need for a paradigm shift in science education, so that the propaedeutic purpose of the science subjects in secondary education will be left behind and the education is focused on scientific literacy. Thus, in this Final Master Project it has been carried out a bibliographic research about the said matter and it has been concluded that to achieve scientific literacy of all students it is necessary to attain specific objectives, for which the Science-Technology-Society (STS) education is the most appropriate teaching strategy.

This project presents an intervention proposal in the Physics and Chemistry subject for students of the second year of high school. In it, the contents are about chemical changes, in particular, the ammonia and its derived fertilisers. On this basis, it is studied the social issues of science and technology through a variety of activities, among which it should be mentioned the visit to factories where said chemicals are synthesised. In this way, both the topic and the teaching strategies are based on the STS education, so, this innovative project improves the students' interest towards the Physics and Chemistry subject and it promotes scientific literacy.

Keywords:

Scientific literacy, STS, school trip, physics and chemistry, secondary education.

Índice de contenidos

1. Introducción.....	7
2. Justificación, planteamiento del problema y objetivos	7
2.1. Justificación teórica.....	7
2.2. Justificación personal	8
2.3. Planteamiento del problema	9
2.4. Objetivos	12
2.4.1. Objetivo general	12
2.4.2. Objetivos específicos	12
3. Marco teórico	13
3.1. Justificación de la metodología de búsqueda utilizada	13
3.2. Justificación de la metodología de selección de la bibliografía	13
3.3. ¿Qué es la Alfabetización Científica?	13
3.4. El enfoque CTS como estrategia para lograr la AC	15
3.5. La enseñanza CTS: temas, estrategias, currículo de ciencias y dificultades	16
3.5.1. Temas CTS	16
3.5.2. Estrategias CTS.....	17
3.5.3. El currículo de Ciencias	18
3.5.4. Dificultades: formación y actitud docente, y los libros de texto	19
3.5.5. El amoníaco y los fertilizantes como temática CTS.....	20
3.5.6. Salida al exterior como actividad CTS motivadora	22
4. Propuesta de intervención	24
4.1. Contextualización de la propuesta	24
4.1.1. Título de la Unidad Didáctica.....	24
4.1.2. Contexto y destinatarios	25
4.1.3. Objetivos didácticos	26
4.1.4. Competencias Clave	26
4.1.5. Contenidos	29
4.2. Actividades	30
4.3. Recursos	44
4.4. Temporalización.....	45
4.5. Evaluación	46
4.6. Evaluación de la propuesta	52
5. Conclusiones	57
6. Limitaciones y prospectiva	59
7. Referencias bibliográficas	61

8. Bibliografía complementaria	65
9. Anexos.....	66
9.1. Anexo I: Autorización para la excursión a Huelva	66
9.2. Anexo II: Folleto informativo sobre la excursión a Huelva	67
9.3. Anexo III: Escala de autoevaluación de la resolución de ejercicios.....	68
9.4. Anexo IV: Autoevaluación de actitudes	69
9.5. Anexo V: Diana de coevaluación del trabajo en equipo	70
9.6. Anexo VI: Rúbrica para la exposición oral de trabajos.....	71
9.7. Anexo VII: Rúbrica para la corrección del cuaderno del alumno	73
9.8. Anexo VIII: Registro de la participación y la intervención del alumnado en la asignatura.....	74
9.9. Anexo IX: Autoevaluación de desempeño docente II	75

Índice de tablas

Tabla 1. Bloque 3: Los cambios. Contenidos, criterios de evaluación y estándares.....	29
Tabla 2. Actividades, estándares y competencias.....	43
Tabla 3. Temporalización de las actividades.....	46
Tabla 4. Rúbrica de evaluación.....	47
Tabla 5. Instrumentos de evaluación y criterios de calificación.....	52

Índice de figuras

Figura 1. Cambio de paradigma: del carácter propedéutico a la alfabetización científica.....	11
Figura 2. Proceso Haber-Bosch.....	21
Figura 3. Proceso de síntesis de amoníaco.....	39
Figura 4. Proceso de síntesis de urea.....	39
Figura 5. Proceso de síntesis del ácido fosfórico.....	40
Figura 6. Proceso de síntesis del fosfato diamónico.....	41
Figura 7. Diana de evaluación de la propuesta de intervención.....	56

1. Introducción

En la actualidad, nos encontramos rodeados por productos de la ciencia y la tecnología, los cuales consideramos como algo habitual y natural en nuestra vida. No obstante, ¿cuál es el significado de esos productos?, ¿qué beneficios nos aportan?, ¿qué peligros e inconvenientes presentan? (Esteban, 2003).

Es necesario ser capaz de responder a tales cuestiones, y para ello es imprescindible que todos los ciudadanos tengan conocimientos científicos. Así, Asencio (2017) indica que la educación científica se ha convertido en la piedra angular de la educación del siglo XXI, y se visualiza como el motor para la formación de ciudadanos comprometidos, que les permitan participar responsable y críticamente en las decisiones que orientan la ciencia y la tecnología hacia un desarrollo sostenible.

De este modo, si se enfoca la enseñanza de la Física y la Química de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) hacia la Alfabetización Científica (AC) de todo el alumnado, mediante estrategias adecuadas que expongan contenidos atractivos y relacionados con la vida cotidiana, se aumentará el interés por esta materia. De tal modo que, tanto los alumnos con un claro futuro científico, los indecisos y los que pertenezcan a otra rama de estudio, tengan las habilidades necesarias para comprender y vivir en la sociedad actual.

2. Justificación, planteamiento del problema y objetivos

2.1. Justificación teórica

Gil y Vilches (2006) recogen en su artículo que, en la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI, auspiciada por la *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) y el Consejo Internacional para la Ciencia, se declara que:

Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico [...]. Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y en todos los sectores de la sociedad. (Gil y Vilches, 2006, p. 32)

No obstante, pese a las iniciativas que se vienen promulgando a favor de una AC básica de los jóvenes, la realidad es que el interés de éstos por la ciencia ha decaído considerablemente en los últimos años. Ello es debido a que los alumnos suelen tener un bajo rendimiento académico en conocimientos y destrezas científicas básicas, que genera ciertas actitudes de temor y rechazo hacia su aprendizaje. Por lo que, esta situación plantea la necesidad de introducir profundos cambios en su enseñanza, donde todavía predominan estrategias basadas en la transmisión de conocimientos, principalmente conceptuales, ya elaborados y con una orientación predominantemente propedéutica (García, 2008).

El carácter propedéutico de la enseñanza de las ciencias, descrito por Acevedo (2004) en términos de Thomas Kuhn, consiste en formar al alumnado, durante un largo periodo de tiempo, en los conceptos y aplicaciones de los paradigmas científicos, para que en un futuro pasen a formar parte de la ciencia normal, esto es, ejerzan como profesionales de la ciencia.

Considerando lo comentado anteriormente, la Comunidad Educativa está impulsando, desde hace años, cambios importantes referentes al para qué y cómo enseñar ciencias. Respecto al para qué enseñar ciencias, está teniendo lugar un cambio de paradigma de tal modo que, el carácter propedéutico de paso a la formación científica de todos los ciudadanos, es decir, a la AC. En cuanto al cómo enseñar ciencias, se pretende, no acabar, sino minimizar y cambiar el concepto de clase magistral de la enseñanza tradicional, en la cual el alumno es mero receptor de contenidos, para enseñar de manera constructiva que, según Mansour (2009), es un propósito que contempla la participación activa de los estudiantes en la construcción del conocimiento y no la simple reconstrucción de un conocimiento previamente elaborado.

Pero, estos cambios implican, también, importantes reformas en el currículo de ciencias, como proporcionarle un enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) a los contenidos. Esta cuestión se está llevando a cabo, no obstante, presenta ciertas dificultades, como son las mencionadas por Esteban (2003): mostrar los contenidos científicos con ese enfoque en los libros de texto, llevarlo a cabo en la realidad del aula e incluir la ciencia contextualizada.

2.2. Justificación personal

Toda la motivación, ganas y energía de transmitir conocimientos tan bonitos como los que proporcionan la Física y la Química desaparecen cuando un alumno te

pregunta: ¿para qué voy a estudiar esto?, ¿para qué me sirve?. Esto unido a afirmaciones como: “me lo estudio de memoria, lo escribo en el examen para aprobar y se me olvida”, te hace reflexionar sobre qué no estás haciendo bien en tu práctica docente.

En la enseñanza de Física y Química se hace necesario la contextualización de los contenidos a la vida cotidiana, la lectura de cómics sobre historias reales de científicos, las relaciones CTS,... para que el alumnado comprenda que todo lo que le rodea es química, que no dan un paso sin que haya física, que pueden decidir sobre cómo cuidar el entorno, que pueden debatir con un vendedor cuando les intente manipular, etc.

Así, en este trabajo, se pretende elaborar una propuesta de intervención basada en la enseñanza constructiva para promover la AC mediante un enfoque CTS. La principal actividad CTS consistirá en una salida al exterior para conocer la industria del amoníaco: el proceso de elaboración, las instalaciones y el impacto medio ambiental, entre otras; y la industria de los fertilizantes derivados del mismo junto con su aplicabilidad en la vida diaria. Además, se pretende que los discentes desarrollen habilidades de iniciativa empresarial, de manera que, se consideren empresarios y tomen decisiones respecto a diversos problemas que se les planteen en un caso práctico.

2.3. Planteamiento del problema

Como se ha discutido en la justificación de este trabajo, los docentes, en base a su práctica diaria, determinan que al alumnado de secundaria le resulta difícil estudiar las materias de ciencias, sobre todo la Física y Química, ya que, el carácter conceptual de los contenidos da lugar a que sean complicados, aburridos y descontextualizados. Por lo tanto, estas disciplinas, cuyo aprendizaje tiene un enfoque más memorístico que comprensivo, no resultan muy atractivas (Jong, 1998). Estas conclusiones derivadas de la práctica docente son reforzadas por EURYDICE (2011), en cuyo informe se concluye que la actitud que muestran los alumnos de la Unión Europea es positiva frente a la biología en un 57 % de los casos, 55 % en el caso de las ciencias de la tierra, 42 % hacia la química y 38 % hacia la física.

En el caso concreto de Física y Química, la investigación realizada por Solbes y Vilches (1997) sobre las causas de la disminución del interés de los estudiantes hacia el estudio de estas materias, demuestra que cuando los estudiantes eligen estas

disciplinas, la mayoría no lo hace porque estén interesados en las mismas, sino porque son necesarias para futuros estudios. En dicha investigación, solo la cuarta parte de los estudiantes entrevistados declararon un interés teórico en su elección de estudio. En este sentido, Solbes, Montserrat y Furió (2007) argumentan que la enseñanza habitual de la Física y Química se centra en los aspectos cuantitativos, operativos e ignora algunas características de las ciencias que podrían contribuir a incrementar el interés y la motivación del alumnado, como un tratamiento más cualitativo, experimental y contextualizado, que muestre sus contribuciones para resolver problemas y necesidades humanas.

De todo lo comentado anteriormente se deduce que, las causas de la falta de interés del alumnado hacia esta rama de la ciencia son: la metodología de enseñanza tradicional y el carácter propedéutico. Por lo tanto, se hace necesario un cambio de metodología enfocado hacia el constructivismo, aspecto que compete al docente; y el rediseño del currículo de ciencias, reforma que está en proceso y que implica al Estado y a las Administraciones Educativas, no obstante, el equipo docente también puede tomar medidas referentes a ello.

Con respecto al currículo, se tienen que realizar cambios en la selección de los contenidos, en su estructuración y en la forma que se trabajan en el aula, como afirman Prieto, España y Martín (2012). Para ello, se debe tener en cuenta la importancia de la ciencia y la tecnología en la sociedad del siglo XXI, y su interrelación, propia del enfoque CTS. El cual, según Vázquez, García y Manassero (2013), es un metaconocimiento que incluye una amplia variedad de temas multidisciplinares derivados de la epistemología, la sociología y de la historia de las ciencias y la tecnología, así como de la política, la ética, la psicología, etc.

Por lo tanto, en el presente trabajo, como ya se ha comentado anteriormente, se pretende realizar una propuesta de intervención que mejore el interés de los estudiantes hacia la Física y la Química a través de una metodología activa y actividades CTS. El objetivo es que los alumnos comprendan la relevancia de las ciencias en su vida cotidiana, y sean capaces de reflexionar y tomar decisiones sobre aspectos que les conciernen individual y socialmente, como es el cuidado y la sostenibilidad del medio ambiente. En definitiva, se pretende lograr la AC.

Lo descrito en este epígrafe se esquematiza en la *figura 1*.

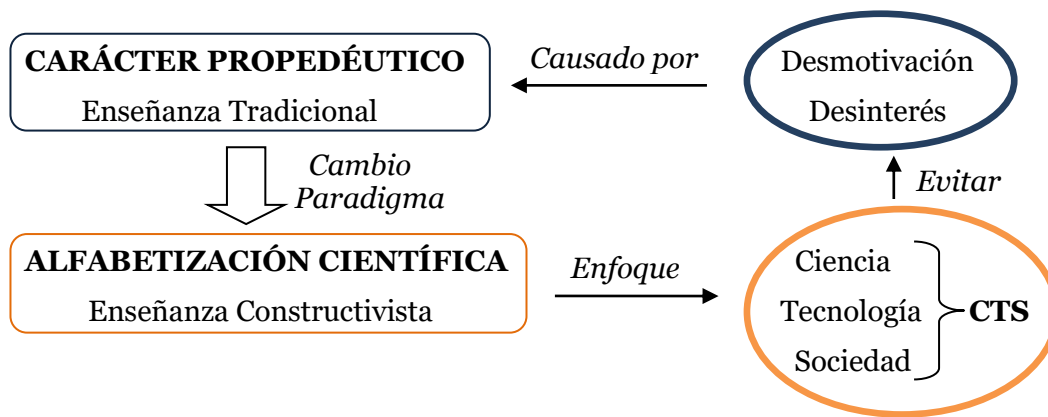


Figura 1. Cambio de paradigma: del carácter propedéutico a la alfabetización científica. Elaboración propia.

2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivo general

La presente propuesta de intervención tiene como objetivo general promover la Alfabetización Científica (AC) de todo el alumnado mediante un enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), aumentando, así, el interés hacia la materia de Física y Química.

2.4.2. Objetivos específicos

1. Fomentar el pensamiento crítico, la reflexión y la toma de decisiones.
2. Promover el trabajo en grupo de manera colaborativa.
3. Formar a ciudadanos que conozcan y comprendan la importancia de la ciencia y la tecnología en la sociedad del siglo XXI, y el cuidado sostenible del medio ambiente.
4. Fomentar el aprendizaje activo mediante una enseñanza constructiva que implique contenidos contextualizados y aplicados a la vida cotidiana.

3. Marco teórico

En el marco teórico se detalla la metodología de búsqueda y selección de la bibliografía. Además, se hace un breve análisis de las distintas concepciones sobre la AC, su relación con el enfoque CTS, las características de éste, la salida al exterior como actividad motivadora, y la síntesis del amoniaco y los fertilizantes como temática CTS.

3.1. Justificación de la metodología de búsqueda utilizada

Para la realización del marco teórico, se ha llevado a cabo una búsqueda bibliográfica sobre investigaciones didácticas en la enseñanza de las ciencias para poder determinar el estado de la cuestión y conocer los nuevos proyectos que se están llevando a cabo. Para ello, se han utilizado las bases de datos de la biblioteca virtual de UNIR, Dialnet y Google Scholar.

3.2. Justificación de la metodología de selección de la bibliografía

Para seleccionar la bibliografía se han elegido temáticas como: la necesidad de la enseñanza de ciencias para el siglo XXI, la AC, la falta de interés de los estudiantes hacia las materias de ciencias, enseñar ciencias mediante un enfoque CTS y CTSA, las salidas de campo, las excursiones en Física y Química, los fertilizantes y la química, etc. Las razones que han llevado a esta selección son la preocupación por la baja matriculación en la asignatura de Física y Química, y la necesidad de formar a ciudadanos con conocimiento científico para la sociedad del siglo XXI.

Además, se han seleccionado las normativas legales estatales y autonómicas de fuentes oficiales.

3.3. ¿Qué es la Alfabetización Científica?

Según Acevedo (2004), el término “Alfabetización Científica (AC)” surgió a mediados del siglo XX en EEUU debido a la sensación de inferioridad científica y tecnológica que ocasionó la revolución espacial de 1957 promovida por Sputnik en Rusia, y las consiguientes repercusiones políticas, militares y sociales de este importante acontecimiento tecnológico.

Se han planteado diversas definiciones para este término, lo que indica la gran complejidad que implica. Shamos (1995), Kemp (2002), y Acevedo, Vázquez y Manassero (2003) consideran que la AC es un modo de enseñar ciencias que enfoca el desarrollo del currículo hacia la comprensión y el conocimiento de una terminología científica adaptada a la cultura, con objetivos cívicos, democráticos y sociales, que sea empleada por toda la ciudadanía, pertenezcan o no al mundo científico.

Kemp (2002) y Acevedo et al. (2003) establecen que los elementos deseables sobre la AC, agrupados en tres dimensiones, son: conceptual (comprensión de conocimientos), procedimental (procedimientos, procesos, habilidades y capacidades) y afectiva (emociones, actitudes, valores y disposición). Mientras que, Shamos (1995) los clasifica como: cultural (conocimiento de lo que implica la ciencia y su papel en la vida humana), práctico (habilidades útiles para la vida cotidiana) y social o cívico (ciudadanía respetuosa con el uso de la ciencia). No obstante, aunque Shamos determina que dichos elementos constituyen la AC, también señala que ésta podría ser una meta inalcanzable y, por tanto, un mito cultural.

Una definición más reciente es la que se recoge en el informe PISA 2015, en el cual, se considera la AC como la capacidad de comprometerse con cuestiones relacionadas con la ciencia y con sus ideas como un ciudadano reflexivo. Además, este informe establece que los componentes que la forman son conceptuales, procedimentales y epistemológicos (OECD, 2015).

Pese a las múltiples concepciones de este término, todas convergen en el mismo objetivo: formar a ciudadanos con los conocimientos científicos necesarios para satisfacer tanto aspectos sociales como personales. Por lo tanto, como recoge Caamaño (2011) en su libro, surge la necesidad de plantearse cuál es la finalidad de la enseñanza científica y con ello las siguientes cuestiones: ¿para qué formar a los ciudadanos en ciencias?, ¿la ciencia es un aprendizaje para todos o sólo para aquellos con futuro científico? Las respuestas a estas preguntas son las bases que definen la enseñanza, esto es, qué habilidades desarrollar, qué contenidos seleccionar, qué metodologías y estrategias emplear, qué actividades diseñar, etc.

En este sentido, Furió, Vilches, Guisasola y Romo (2001) argumentan que, desde los años ochenta están teniendo lugar reformas curriculares en la educación científica de la ESO orientadas hacia la AC de los futuros ciudadanos, intentando acabar con la finalidad totalmente propedéutica.

Pero, ¿se han alcanzado los objetivos? O, aún más, ¿es posible alcanzarlos? ¿La AC es un mito, como señalaba Shamos (1995), o puede ser una realidad? Caamaño

(2011) afirma que, aunque con el rediseño del currículo el cambio ha comenzado, no va a ser fácil conseguirlo, dado que, su repercusión en las aulas es aún pequeña. En definitiva, Caamaño supone que, actualmente, la AC puede considerarse cerca del mito, no obstante, en el futuro se podrá percibir como una realidad.

3.4. El enfoque CTS como estrategia para lograr la AC

Como se ha planteado, se pretende conseguir la AC de todo el alumnado y, para ello, se hace necesario, según Esteban (2008), lograr unos objetivos aún más concretos:

- Facilitar el aprendizaje de los contenidos científicos.
- Fomentar el interés por la ciencia.
- Formar a ciudadanos responsables y conscientes de las ventajas e inconvenientes del desarrollo científico-tecnológico en la sociedad actual.

Estos tres objetivos no se pueden considerar por separado, sino que, deben de estar entrelazados, y para su consecución son necesarias dos condiciones: la contextualización de la ciencia y la participación activa del alumnado en su propio proceso de enseñanza-aprendizaje. De este modo, se alcanzará la meta planteada de ciencia para todos (Esteban, 2008).

En este sentido, Acevedo (1997) considera que la enseñanza Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) es una innovación que contextualiza la ciencia y promueve el aprendizaje activo, cuya finalidad es fomentar la alfabetización científica y tecnológica, de tal modo que, todas las personas tengan la capacidad de tomar decisiones, de manera democrática y responsable, sobre aspectos importantes referentes a la calidad de vida en una sociedad repleta de ciencia y tecnología. En estudios posteriores, Acevedo et al. (2003) reafirman que enseñar ciencias mediante un enfoque CTS es el mejor medio para lograr una AC acorde a unos propósitos educativos más amplios y adecuados a las necesidades de los alumnos y de la sociedad en general. Por todo ello, Acevedo et al. aseguran que, en la actualidad, este enfoque constituye el marco de referencia más sólido para hacer frente a los nuevos retos de educación, y el que permite alcanzar el objetivo final de ciencia para todos.

Además, Garmendia y Guisasola (2015) recogen en su artículo que, debido al papel esencial de la ciencia y la tecnología en la cultura actual, tanto la educación formal como la no formal tienen como finalidad formar a ciudadanos con los conocimientos científicos necesarios para poder garantizar el bienestar de la sociedad.

Por lo tanto, como verifican todas las investigaciones comentadas anteriormente, la educación CTS se considera la estrategia de enseñanza más efectiva para alcanzar la AC de todo el alumnado. En esta línea, y para concluir este apartado, cabe citar unas frases de *Morris Herbert Shamos*, recogidas en el artículo de Acevedo (2004), las cuales reflejan el objetivo general del presente trabajo:

[...] una premisa básica del movimiento CTS es que, al hacer más pertinente la ciencia para la vida cotidiana de los estudiantes, éstos pueden motivarse, interesarse más por el tema y trabajar con más ahínco para dominarlo. Otro argumento a su favor es que, al darle relevancia social a la enseñanza de las ciencias, se contribuye a formar buenos ciudadanos; es decir, al concienciar a los estudiantes de los problemas sociales basados en la ciencia, éstos se interesan más por la propia ciencia (p. 11).

3.5. La enseñanza CTS: temas, estrategias, currículo de ciencias y dificultades

Strieder, Bravo y Gil (2017) consideran la educación CTS como un gran movimiento innovador que implica diversas finalidades referidas a la organización del currículo, al diseño de actividades, estrategias y recursos, al desarrollo profesional del profesorado y a la participación en las políticas educativas. De ello, surgen ciertas características que proporcionan singularidad al enfoque CTS. Dichos aspectos se comentan a continuación.

3.5.1. Temas CTS

Respecto al *qué enseñar*, se puede realizar una clasificación en función de los contenidos o dimensiones de la enseñanza CTS (Acevedo y Acevedo, 2002):

- Naturaleza de la ciencia y la tecnología. Abarca el estudio de las relaciones ciencia-tecnología (epistemología), de las motivaciones e intereses de los científicos y tecnólogos, y de los aspectos filosóficos, históricos y sociales propios de las comunidades científica y tecnológica.
- Cuestiones sociales de la ciencia y la tecnología. Corresponde tanto a la influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología (efectos del ambiente cultural, político y religioso; control social...) como de la ciencia y la tecnología en la sociedad (problemas que resuelve u origina, responsabilidad ciudadana, conocimiento necesario para la toma de decisiones...). Incluye,

además, contenidos sobre la presencia de la mujer en la ciencia y la tecnología.

- Procesos y productos tecnológicos. Las dimensiones dentro de este tema son las aplicaciones de la ciencia, los artefactos tecnológicos y los procesos de diseño y producción tecnológica.

Solbes y Vilches (1997) llevaron a cabo una entrevista a estudiantes de ESO y Bachillerato con el objetivo de identificar qué temas consideraban interesantes para incluirlos en el curso de Física y Química. Los entrevistados citaron muchos aspectos y temas concretos relacionados con las interacciones CTS, entre ellos, el estudio de los colorantes y aditivos químicos, temas relacionados con el medioambiente y los problemas que generan, o actividades fuera del centro.

3.5.2. Estrategias CTS

En cuanto al *cómo enseñar*, Prieto et al. (2012) consideran que diseñar actividades partiendo de situaciones reales permite desarrollar los aprendizajes que se quieren promover, esto es, generar oportunidades para la formulación de problemas e hipótesis; búsqueda, selección y análisis de información relevante, análisis de conclusiones, etc.

En definitiva, para romper con la rutina diaria del aula y promover la motivación, la educación CTS emplea diversas estrategias y técnicas de enseñanza, entre las cuales Acevedo (1996) destaca:

- La resolución de casos simulados o problemas que involucren tomar decisiones.
- La elaboración de proyectos en equipo mediante trabajo cooperativo.
- Trabajos prácticos de campo.
- Foros y debates.
- Juegos de *role-playing*.
- Talleres o charlas realizadas por un especialista.
- Salidas a fábricas, museos de ciencias, etc.
- Aprendizaje-servicio.
- Cortos periodos de formación en empresas u otros centros.

También, se llevan a cabo actividades como las semanas de ciencias (semana del agua, del medio ambiente...), olimpiadas y ferias de la ciencia, con la finalidad de divulgar la ciencia no solo a los estudiantes sino a toda la sociedad (Esteban, 2003).

3.5.3. El currículo de Ciencias

Como ya se ha comentado, se hace necesario el rediseño del currículo. En esta línea, Bettencourt, Lopes y Albergaria (2011) recogen en su artículo que la enseñanza CTS debería ser incluida en el currículo de ciencias, ya que, los estudiantes deben saber qué es la ciencia, cómo funciona, cómo es construido el conocimiento, cómo se relaciona con la sociedad y qué valores científicos son usados en su trabajo profesional. Asimismo, Bettencourt et al. (2011) señalan que es importante diseñar tareas y experiencias científicas que permita al alumnado desarrollar habilidades útiles para la sociedad actual.

En el breve resumen curricular realizado por Strieder et al. (2017), se encuentra una asignatura optativa, *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, en el currículo de Bachillerato de los años noventa, cuya finalidad era formar a ciudadanos críticos respecto a las relaciones CTS, capaces de desenvolverse en la futura sociedad del siglo XXI. El currículo actual definido por la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) y recogido en el Real Decreto 1105/2014 para la ESO y Bachillerato, aunque no menciona propiamente el término, presenta mayor cantidad de temas que abarcan las relaciones CTS.

Así, en dicho Real Decreto 1105/2014, aparece la asignatura de *Cultura Científica* para 4º de ESO, que trata sobre temas del Universo, las nuevas tecnologías y los nuevos materiales, la salud y la vida; y para 1º de Bachillerato, con temáticas sobre la formación de la Tierra y el origen de la vida, la genética, los avances biomédicos y las tecnologías de la información y la comunicación. Además, en 2º de Bachillerato aparece la asignatura *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente* que aborda cuestiones como la contaminación atmosférica y de las aguas, la geosfera y riesgos biológicos, la circulación de materia y energía en la biosfera, y la gestión y el desarrollo sostenible. Ambas asignaturas son materias específicas optativas, y las de Bachillerato solo aparecen en la modalidad de ciencias.

En la ley anterior: Ley Orgánica de Educación (LOE), que sigue vigente en algunas comunidades autónomas, el currículo de la ESO, descrito en el Real Decreto 1631/2006, aunque está enfocado hacia la AC, sobre todo en los cursos de menor nivel, no incluye contenidos referentes a la naturaleza de la ciencia y presenta

diversos contenidos totalmente propedéuticos, como describe Caamaño (2011). En cuanto al Real Decreto 1467/2007, que establece la estructura del Bachillerato y sus enseñanzas mínimas, se tiene la asignatura de *Ciencias para el Mundo Contemporáneo* como materia común a todas las modalidades de Bachillerato. Los contenidos se centran en: nuestro lugar en el Universo; vivir más, vivir mejor; hacia una gestión sostenible del planeta; nuevas necesidades, nuevos materiales; y la aldea global.

Como se puede observar, aunque se han llevado a cabo reformas curriculares para que la enseñanza de ciencias esté orientada a la AC mediante estrategias CTS, aún queda mucho por hacer.

3.5.4. Dificultades: formación y actitud docente, y los libros de texto

La falta de formación y la actitud de los docentes, así como los contenidos de los libros de texto, son tres de las principales causas que impiden el éxito del movimiento CTS.

Jegede (1988) afirma que, para implementar este enfoque en la enseñanza científica, la formación y preparación psicológica del grupo docente deben ser consideradas. En cuanto a la formación, Rubba (1991) afirma que el nivel de implementación de la enseñanza CTS sugerido por *The National Science Teachers Association* no se alcanza porque la mayoría de los profesores de ciencias no están preparados. Y, con respecto a la preparación psicológica, Munby (1984) argumenta que: “las creencias y principios de los docentes son contextualmente significantes para la implementación de innovaciones” (p. 28).

Además, al analizar diversas investigaciones respecto a las ideas de los docentes sobre las relaciones CTS, Ríos y Solbes (2007) muestran que los profesores de Física y Química tienen una valoración positiva hacia ellas, pero no consideran introducirlas en el aula. Del mismo modo, Solbes et al. (2007) realizaron una encuesta a un grupo de profesores sobre qué actividades o temas fomentarían el interés por el estudio en sus alumnos, y sobre si habían implantado esas actividades en el aula. Respecto a la primera cuestión, se concluyó que las actividades CTS, los trabajos prácticos y la historia de la ciencia eran consideradas como actividades motivadoras. No obstante, los docentes afirmaron no trabajarlas en el aula, ya fuese por falta de tiempo, o por no considerarlos dentro del currículo.

Por todo ello, Furió et al. (2001) consideran que, cuando se vayan a realizar rediseños curriculares, se necesitan conocer las ideas y el comportamiento del

profesorado, así como sus pensamientos sobre el currículo de ciencias, de este modo, los ideales de los docentes irán acordes con los objetivos planteados y no evitarán su consecución. En definitiva, los profesores de ciencias son la pieza fundamental en el cambio hacia una educación CTS, pero, también, necesitan respaldo y ayuda de otros educadores, como equipos docentes interdisciplinarios y compañeros de universidad, sin la cual, sería difícil mantener esta instrucción (Mansour, 2009).

Además, Solbes y Vilches (1997) afirman que no solo la poca importancia dada por el cuerpo docente a la interacción CTS contribuye a la visión descontextualizada de la ciencia, sino también la ausencia del tratamiento de este enfoque en los libros de texto. Ello es debido, según Solbes et al. (2007), a que las editoriales prefieren no introducir innovaciones en los libros de texto para garantizar la aprobación de los mismos por el equipo docente, ya que, de ello depende su rentabilidad económica.

3.5.5. El amoníaco y los fertilizantes como temática CTS

Pérez y Esteban (2007) analizan la importancia didáctica de los fertilizantes y establecen que el estudio de los mismos puede realizarse mediante un enfoque interdisciplinario, en el cual, la Química es la materia más relevante. Además, Pérez y Esteban afirman que esta temática permite al alumnado entender la conexión entre las diferentes materias de ciencias, comprender la interrelación CTS y reflexionar sobre los problemas ambientales.

No obstante, para comprender el concepto químico de los fertilizantes, su aplicabilidad e influencia en la sociedad, es necesario conocer las características de los reactivos empleados en su síntesis. En este trabajo, se va a tratar, concretamente, el amoníaco como reactivo para la producción de fertilizantes debido a la gran relevancia científica, tecnológica y social que tuvo el descubrimiento de esta síntesis. A continuación, se muestra un breve estudio sobre ello.

Esteban (2008) describe en su libro que los elementos químicos esenciales para el crecimiento de las plantas, los nutrientes, se clasifican en: macronutrientes y micronutrientes. Respecto a los macronutrientes, las plantas pueden captarlos de la atmósfera o del suelo, no obstante, cuando los suelos no disponen de tales elementos esenciales, éstos tienen que ser añadidos en forma de fertilizantes.

En concreto, el nitrógeno se considera un macronutriente deficitario, el cual es adquirido por las plantas para sintetizar sus proteínas. Pero, dicho ser vivo no puede incorporar el nitrógeno atmosférico (N_2) directamente, sino que éste ha de estar como ion nitrato (NO_3^-) para poder ser asimilable. Esta conversión se denomina

fijación biológica del nitrógeno y, en muy pocas ocasiones, ocurre de manera natural (Esteban, 2008).

Dicho esto, hace ya algunos años, el aumento de la población ocasionó la necesidad de producir un mayor número de alimentos y, como consecuencia, los cultivos necesitaban mayor cantidad de NO_3^- . Sin embargo, los procesos naturales de obtención de este ion (abonos naturales) no eran suficientes, por lo tanto, a los cultivos se les agregó nitrógeno obtenido por procedimientos químicos. Esta acción se llevó a cabo cuando se logró convertir el N_2 en NH_3 , dado que, a partir del amoníaco se obtienen NO_3^- y sales amónicas, esto es, fertilizantes. De este modo, se consiguió sintetizar abonos nitrogenados para mejorar el rendimiento de los cultivos y obtener productos más nutritivos (Esteban, 2008). Con la lectura de este párrafo, se puede comprender cómo las demandas de la sociedad determinan los avances de la ciencia, y cómo influye la ciencia en el desarrollo de la sociedad.

Pamparato y Begonja (2017) afirman que la comentada síntesis del amoníaco fue descubierta por el físico alemán Firtz Haber en 1908 y puesta en práctica por el ingeniero Carl Bosch, así, dicho proceso se conoce como *Proceso Haber-Bosch*, por el cual ambos recibieron el premio Nobel de Química. Este es un claro ejemplo de la necesidad mutua entre ciencia y tecnología.

El proceso Haber-Bosch tiene lugar mediante la reacción que se muestra a continuación, en la cual, es necesario un catalizador de Fe_3O_4 (Esteban, 2008; Pamparato y Begonja, 2017):



y se esquematiza en la *figura 2*:

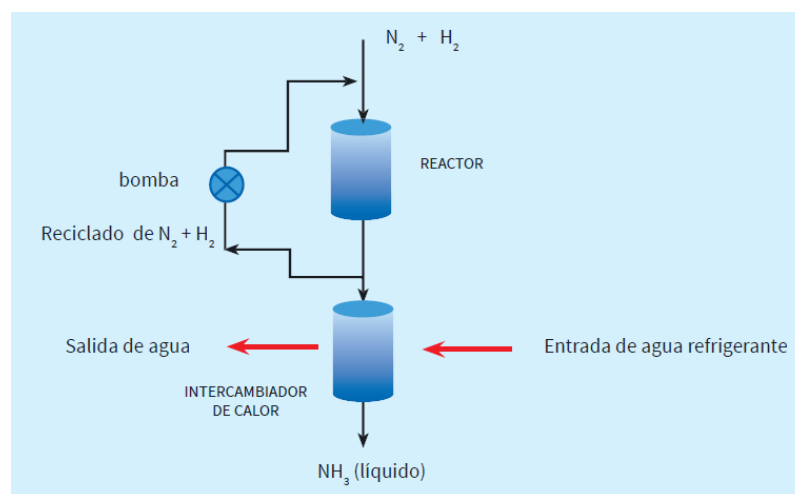


Figura 2. Proceso Haber-Bosch. (Pamparato y Begonja, 2017, p. 272)

Cabe decir que, aunque la síntesis de NH_3 evitó la disminución de la población por falta de alimentos, también provocó muchas muertes durante la Primera Guerra Mundial, dado que se empleó para la fabricación de explosivos (Pamparato y Begonja, 2017).

Tras el citado proceso, Esteban (2008) describe que Ostwald llevó a cabo otra síntesis consistente en la oxidación catalítica del NH_3 para dar lugar a óxido nítrico (NO), el cual pasa a dióxido de nitrógeno (NO_2), que con agua produce ácido nítrico (HNO_3). El esquema de ello es el siguiente:



Así, Esteban (2008) afirma que si al HNO_3 obtenido se le añade más amoníaco, se forma el nitrato de amonio, NH_4NO_3 , un fertilizante sólido:



Además, se pueden preparar otros fertilizantes nitrogenados, como la urea, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, que es el más utilizado en la actualidad; o el fosfato diamónico, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, si se emplea ácido fosfórico, H_3PO_4 , como reactivo, en lugar de HNO_3 .

En este momento, cabe citar a Pérez y Esteban (2007): “La síntesis de fertilizantes constituye un capítulo de la Química al que el hombre debe un claro tributo o, al menos, un profundo reconocimiento” (p. 399).

3.5.6. Salida al exterior como actividad CTS motivadora

Rebelo, Marques y Costa (2011) consideran que, en los ambientes distintos al aula y al laboratorio, como el campo, los jardines de ciencia, los museos, las industrias o los centros de ciencias; el alumnado lleva a cabo actividades de aprendizaje que favorecen la consecución de los objetivos establecidos en la educación formal. La estrategia de enseñanza que implica trabajar en estos ambientes exteriores es la excursión escolar, también denominada salida de campo, salida al exterior o salida pedagógica. Esta estrategia, según Pulgarín (1998), es la innovación idónea para adquirir el conocimiento científico.

En esta línea, López (2007) afirma que la salida al exterior es una actividad muy motivadora para el alumnado, lo cual es debido al simple hecho de que rompe con la vida habitual del aula. Además, López establece que esta estrategia permite trasladar el aprendizaje a la vida real, de manera que, lo aprendido se relacione con su aplicabilidad en la realidad; y facilita la adquisición de habilidades y capacidades.

Asimismo, López indica que esta actividad fomenta el desarrollo de actitudes respetuosas hacia el cuidado sostenible del medio ambiente y permite el empleo de técnicas y estrategias científicas, como la observación, el análisis y el descubrimiento, promoviendo la formación científica del alumnado.

Sin embargo, en el desarrollo de una salida pedagógica influyen una gran cantidad de factores, por lo que se hace necesaria una minuciosa planificación y programación (López, 2007). Este aspecto es compartido por Pulgarín (1998), quién añade que esta estrategia didáctica debe comprender tres fases:

1. Antes de la salida: se realiza una aproximación conceptual sobre el tema mediante una búsqueda bibliográfica, se define la ruta y el programa que se va a seguir, y se formulan las recomendaciones y aspectos a considerar.
2. Durante la salida: se promueve el desarrollo y construcción de conceptos, la adquisición de habilidades de observación y análisis, y se realizan las entrevistas o encuestas planeadas.
3. Al regresar de la salida: se presentan los informes o trabajos realizados para ser evaluados.

El artículo de Fernández (2007) describe un itinerario interdisciplinar por cinco instalaciones energéticas de Galicia realizado por alumnos de Bachillerato, el cual, también se podría adaptar a la ESO. En la experiencia, los discentes tienen que investigar en torno a unas cuestiones propuestas con antelación, cuya finalidad es la elaboración de unos informes en equipo que serán evaluados. Se pretende trabajar no solo cuestiones sobre medio ambiente, sino también aspectos históricos, sociales y económicos, que en su totalidad constituye una actividad CTS. Esta experiencia se divide, conforme a lo planteado por Pulgarín (1998), en tres fases:

1. Fase previa (de preparación).
2. Realización (trabajo de campo).
3. Puesta en común y evaluación final.

4. Propuesta de intervención

Como se ha descrito en el marco teórico, en la actualidad, la enseñanza CTS es la metodología educativa más adecuada para promover la AC de todo el alumnado. Por ello, la presente propuesta de intervención se va a enfocar en dicha enseñanza y, entre sus características relativas al qué enseñar y al cómo enseñar, se va a centrar, respectivamente, en las cuestiones sociales de la ciencia y la tecnología, y en la salida pedagógica y la resolución de casos simulados o problemas que involucren la toma de decisiones.

Concretamente, se va a estudiar la síntesis del amoníaco y de fertilizantes, dado que es una temática motivadora al tratarse de productos químicos con una gran relevancia para la vida. Se va a proponer la visita a las fábricas productoras de dichos químicos, lo cual requiere, como se ha comentado en el marco teórico, una gran planificación y preparación de actividades antes, durante y después de la salida.

En definitiva, con el desarrollo de esta propuesta, se pretende que el alumno participe activamente en su proceso de enseñanza-aprendizaje, comprenda la importancia de la Física y Química en su vida, aumentando, así, el interés por esta materia, y fomentando el trabajo en equipo, el pensamiento crítico, la reflexión y la capacidad de toma de decisiones.

A continuación, se presenta el contexto, los destinatarios de la propuesta, los objetivos que se pretenden alcanzar, las competencias clave, los contenidos a trabajar, la descripción de las actividades, los recursos necesarios, la temporalización, así como la evaluación tanto del alumnado como de la propuesta de intervención en sí.

4.1. Contextualización de la propuesta

4.1.1. Título de la Unidad Didáctica

Se trata de una unidad didáctica cuyos contenidos permiten realizar actividades contextualizadas en las que se muestren la influencia de la química en la calidad de vida y en el desarrollo de la sociedad actual. Permite, además, reflexionar sobre los beneficios y las consecuencias negativas de la industria química.

Respecto a los beneficios de la industria química, se va a profundizar en la síntesis del amoníaco y de los fertilizantes derivados, cuyos descubrimientos permitieron

cuidar los cultivos y evitar, así, la disminución de la población. Y, en cuanto a las consecuencias negativas, se va a tratar el impacto medioambiental de las industrias.

Se han seleccionado estos contenidos y, concretamente, el caso del amoniaco y los fertilizantes porque, como se comenta en el siguiente apartado, la población en la que se ubica el centro en cuestión pertenece al sector agrario, y el uso de estos químicos está muy presente en la vida del alumnado, lo cual aumentará el interés por su estudio.

En definitiva, sin amoniaco no hay fertilizantes, sin éstos no hay cultivos, y sin cultivos no hay alimentos, por lo tanto, se considera que el mejor título para esta unidad didáctica es: *¿Qué sería de mí?*

4.1.2. Contexto y destinatarios

La intervención se pretende llevar a cabo en un instituto público ubicado en la periferia de Calamonte. Este término municipal está situado en el centro de la provincia de Badajoz, rodeado en su totalidad por el término municipal de Mérida, capital de la Comunidad Autónoma de Extremadura. Calamonte es un pueblo obrero dedicado al sector agrario, especialmente al cultivo de la vid y la aceituna, con una población de 6.471 habitantes, y es una localidad relativamente joven que aglutina a ciudadanos con una edad media por debajo de lo habitual.

En el centro educativo existen, actualmente, dos líneas por curso desde la ESO hasta Bachillerato, por lo que se tiene un alumnado muy numeroso y variado. La presente intervención va destinada al nivel educativo de 2º de ESO, con un número de veintiocho alumnos, los cuales presentan un nivel de aprendizaje medio y un bajo interés por la materia. Es de señalar que en este grupo no se tienen alumnos con necesidades educativas especiales.

En cuanto a la legislación, el departamento de Física y Química de este centro se rige por las siguientes leyes:

- L.O.M.C.E. (Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de Calidad Educativa).
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.
- Decreto 98/2016, de 5 de julio, por el que se establecen la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato para la Comunidad Autónoma de Extremadura.

- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.

4.1.3. Objetivos didácticos

Los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales que se pretenden conseguir con esta propuesta son:

1. Valorar la importancia de las reacciones químicas en la vida y en el entorno.
2. Clasificar productos según su procedencia natural o sintética.
3. Relacionar los productos procedentes de la industria química con la mejora de la calidad de vida de las personas.
4. Justificar la influencia que el desarrollo de la industria química ha tenido en el progreso de la sociedad.
5. Describir el impacto medioambiental de los gases de efecto invernadero y relacionarlos con los problemas medioambientales causados por la industria química.
6. Proponer medidas y actitudes, a nivel individual y colectivo, para solventar problemas medioambientales.
7. Determinar y valorar la importancia del descubrimiento de la síntesis del amoníaco y los fertilizantes para el desarrollo de la sociedad.

4.1.4. Competencias Clave

A continuación, se describen las dimensiones que se van a trabajar en esta unidad con cada una de las competencias, establecidas en el Real Decreto 1105/2014 y descritas en la Orden ECD/65/2015.

Comunicación lingüística.

La Orden ECD/65/2015 establece que la competencia en comunicación lingüística implica los componentes: lingüístico, pragmático-discursivo, socio-cultural, estratégico y personal. Todos ellos con unas determinadas dimensiones enfocadas a adquirir habilidades de expresión oral y expresión escrita.

Por ello, en el desarrollo de esta unidad se va a fomentar el diálogo en diversas situaciones comunicativas respetando las normas de comunicación y la composición de distintos tipos de textos de manera creativa y con sentido literario.

Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.

La competencia matemática responde a la adquisición de actitudes y valores basados en el rigor, el respeto a los datos y la veracidad. Por ello, se pretende que el alumnado conozca y utilice los elementos matemáticos básicos como operaciones, magnitudes, porcentajes, etc y organice la información utilizando determinados procedimientos. Así, se aprenderá a organizar los datos provenientes de un enunciado para componer fórmulas químicas y resolver problemas sencillos.

Respecto a las competencias básicas en ciencia y tecnología, pretenden un acercamiento al mundo físico, para lograr su comprensión y cuidado e implican saberes de física, química, biología, geología, matemáticas y tecnología. Esta competencia se puede considerar como la competencia fundamental a adquirir en el desarrollo de esta unidad y, con ella, se busca formar a ciudadanos responsables y respetuosos capaces de reflexionar críticamente sobre la ciencia y la tecnología pasada, actual y futura. Así como, fomentar actitudes y valores éticos, como la conciencia del cuidado del medio ambiente.

Competencia digital.

Dentro de las dimensiones de esta competencia se tiene el desarrollo de habilidades de búsqueda de información de distinta procedencia empleando los recursos TIC, y la capacidad de utilizar los distintos canales de comunicación audiovisual para transmitir informaciones diversas. Ambos aspectos se van a tener muy en cuenta y se van a trabajar en la propuesta de intervención.

Aprender a aprender.

Uno de los objetivos de este trabajo es fomentar la enseñanza constructiva y, con ello, que el alumno sea el protagonista de su propio proceso de enseñanza-aprendizaje, por ello, la adquisición de la competencia de aprender a aprender tiene gran relevancia. Así, se pretende conseguir que el alumnado:

- Piense y valore diferentes posibilidades de organización antes de iniciar los trabajos.
- Desarrolle hábitos de estudio.
- Aplique estrategias para la mejora del pensamiento creativo y crítico, y plantee diversos puntos de vista de un problema.

- Desarrolle estrategias que favorezcan la comprensión rigurosa de los contenidos, referidas a responder a las cuestiones planteadas en la unidad aportando ejemplos cotidianos y/o evidencias científicas.
- Tome conciencia de los procesos de aprendizaje, de manera que se identifiquen los objetivos alcanzados en su proceso de aprendizaje y lo que debe mejorar realizando las actividades de autoevaluación y reflexionando sobre los resultados de la misma.

Competencias sociales y cívicas.

Las competencias sociales y cívicas se fundamentan principalmente en que el alumnado ejerza activa y responsablemente los derechos y deberes de convivencia ciudadana. Teniendo esto en consideración, se le dará gran importancia a las actividades que impliquen la adquisición de tales competencias, dado que, como se ha expuesto anteriormente, el objetivo principal de esta propuesta de intervención es promover la AC para formar a los individuos con los conocimientos científicos necesarios para poder vivir en la sociedad del siglo XXI y, ello implica, ejercer su papel de ciudadano.

Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.

La Orden ECD/65/2015 establece que la competencia sentido de iniciativa y espíritu emprendedor corresponde a la capacidad de convertir ideas en actos, de manera que, se sea consciente de la situación que hay que resolver y de las acciones que ello implica, como planificar y gestionar, para alcanzar los propósitos que se habían previsto.

En esta unidad, con el desarrollo de esta competencia se pretende que el alumno logre buscar soluciones ante las dificultades que se presentan en la realización de sus tareas, y sea capaz de organizar dichas tareas en diferentes fases, de tal modo que se cumplan los plazos estipulados para cada una de ellas.

Conciencia y expresiones culturales.

Para la adquisición de habilidades que involucren la conciencia y expresiones culturales, se va a trabajar en la elaboración de trabajos y presentaciones con sentido estético, cuidado y pulcritud. Así como otros aspectos característicos de esta competencia: saber expresar sentimientos y emociones mediante códigos artísticos, de manera que se reelaboren ideas y sentimientos propios y ajenos, y apreciar los valores culturales del patrimonio natural y de la evolución del pensamiento científico.

4.1.5. Contenidos

En esta propuesta, dirigida al segundo curso de la ESO, se van a trabajar algunos contenidos del bloque 3, *Los cambios*, establecidos por la LOMCE en el Real Decreto 1105/2014 y definidos para la Comunidad Autónoma de Extremadura en el Decreto 98/2016.

En la *tabla 1* se muestran los contenidos, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizajes evaluables referentes a dicho bloque.

Tabla 1. *Bloque 3: Los cambios. Contenidos, criterios de evaluación y estándares.*

Bloque 3: Los cambios		
CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
Cambios físicos y cambios químicos.	1. Distinguir entre cambios físicos y químicos mediante la realización de experiencias sencillas que pongan de manifiesto si se forman o no nuevas sustancias.	1.1. Distingue entre cambios físicos y químicos en acciones de la vida cotidiana en función de que haya o no formación de nuevas sustancias. 1.2. Describe el procedimiento de realización de experimentos sencillos en los que se ponga de manifiesto la formación de nuevas sustancias y reconoce que se trata de cambios químicos.
La reacción química.	2. Reconocer la importancia de la química en la obtención de nuevas sustancias y su importancia en la mejora en la calidad de vida de las personas.	2.1. Clasifica algunos productos de uso cotidiano en función de su procedencia natural o sintética. 2.2. Identifica y asocia productos procedentes de la industria química que contribuyen a la mejora de la calidad de vida de las personas.
La química en	3. Valorar la importancia de	3.1. Describe el impacto

<p>la sociedad y el medio ambiente.</p>	<p>la industria química en la sociedad y su impacto en el desarrollo de las ciencias de la salud.</p>	<p>medioambiental del dióxido de carbono, los óxidos de azufre, los óxidos de nitrógeno y los CFC, relacionándolo con los problemas medioambientales de ámbito global.</p> <p>3.2. Propone medidas, a nivel individual y colectivo, para mitigar los problemas medioambientales de importancia global.</p> <p>3.3. Defiende razonadamente la influencia que el desarrollo de la industria química ha tenido en el progreso de la sociedad, a partir de fuentes científicas de distinta procedencia.</p>
--	---	---

Extraída del Decreto 98/2016, pp. 17458-17459

No obstante, en esta propuesta, se van a tratar concretamente los contenidos referentes a la reacción química, y la química en la sociedad y el medio ambiente, con sus correspondientes criterios de evaluación (2 y 3) y los estándares de aprendizaje evaluables (2.1., 2.2., 3.1., 3.2. y 3.3.).

4.2. Actividades

En esta propuesta de intervención se pretenden desarrollar cuatro actividades que abarcan los contenidos anteriormente establecidos, de modo que se alcancen los objetivos didácticos descritos con anterioridad, y se logre la consecución de los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables, así como la adquisición de todas las competencias clave.

ACTIVIDAD 1: Antes de la salida.

Para comenzar, se va a realizar la lectura y el análisis de dos textos con enfoque histórico: el primero sobre la historia del amoníaco, y el segundo describe cómo se desarrollaron los abonos sintéticos.

A continuación, se muestra el primer texto, titulado: *Amoniaco, la sustancia que cambió el mundo*; que ha sido extraído del libro de Pamparato y Begonja (2017).

Amoniaco, la sustancia que cambió el mundo

Se cumple un siglo de la obtención del NH_3 , base de la agricultura pero también de la guerra

Por Miguel Ángel Criado

Fuente: Diario Público

Ni la electricidad, ni el binomio informática-internet, ni siquiera la televisión. Lo que realmente cambió la marcha del siglo XX fue el amoníaco. Es lo que defienden algunos científicos que celebran estos días el centenario de la síntesis del NH_3 , un compuesto de tres átomos de hidrógeno y uno de nitrógeno. Como fertilizante, el amoníaco ha sostenido la alimentación de miles de millones de personas pero, como explosivo, está implicada en la muerte de 150 millones.

El 13 de octubre de 1908, el químico alemán Fritz Haber registró la patente del amoníaco. Por primera vez, se conseguía hacer reaccionar al nitrógeno de forma eficaz y estable. Los científicos sabían que era el nutriente básico de las plantas, pero su estado gaseoso (supone el 78% de la atmósfera) impedía aprovecharlo. A comienzos del siglo pasado, las únicas formas sólidas de nitrógeno en estado natural eran el guano peruano y el salitre o nitrato de Chile. Pero su producción era insuficiente para satisfacer las demandas de la agricultura moderna.

Lo que patentó Haber fue un proceso por el que obtenía NH_3 de la combinación de hidrógeno y nitrógeno a alta temperatura y presión en presencia de un catalizador como el óxido de hierro. La inmediata aplicación industrial del sistema por parte de Carl Bosch permitió la independencia agrícola de Alemania cuando, durante la I Guerra Mundial, los aliados bloquearon sus suministros de nitratos inorgánicos.

Los dos químicos recibieron sendos premios Nobel por su proceso Haber-Bosch. Hoy en día se producen 150 millones de toneladas cúbicas al año, el 80% destinadas a alimentar las tierras de cultivo.

Su aparición provocó un aumento dramático de la productividad agraria mundial. Los fertilizantes nitrogenados son los responsables de la alimentación del 48% de la población mundial actual.

Gracias al proceso Haber-Bosch, el NH_3 es oxidado y convertido en ácido nítrico, la base de explosivos como el nitrato amónico, la nitroglicerina y el trinitolueno (TNT).

La lista de aplicaciones del amoníaco es enorme: tintes para textiles, nuevos materiales como el nylon, alimentación del ganado estabulado, los primeros refrigeradores y aires acondicionados, pinturas, productos de limpieza, extracción mineral... Nada de esto habría sido posible, al menos tal como se conoce, sin amoníaco.

Hay dos problemas directamente relacionados con esta sustancia. Uno es el de la eutrofización de las aguas. Los nitratos acaban en mares y ríos, las algas y bacterias se dan un banquete con el exceso de nutrientes y eso acaba con el oxígeno que necesitan otras especies. Por otro lado, el nitrógeno reactivo está alterando el balance atmosférico, enriqueciendo el ozono de la tropósfera y reduciendo el de la estratósfera. Eso sí, el amoníaco tiene el efecto positivo de la captura de dióxido de carbono (CO_2) en selvas y bosques debido a la mayor presencia de nitrógeno en el aire.

Extraído de Pamparato y Begonja, 2017, p. 274

Tras la lectura, el docente planteará las preguntas: *¿cómo definirías al amoníaco?, ¿qué es el guano peruano?, ¿y el nitrato de Chile?*; con el objetivo de generar debate en el grupo-clase y conocer las diversas sustancias. Posteriormente, el alumnado

realizará individualmente el análisis del texto mediante la actividad que se muestra a continuación.

Análisis del texto: *Amoniaco, la sustancia que cambió la vida*

1. ¿Por qué el amoniaco es la sustancia que cambió el mundo?

2. ¿Cuáles son los reactivos necesarios para la síntesis de amoniaco? ¿Son naturales o sintéticos? Escribe la reacción que tiene lugar.

3. ¿Cómo se llama el proceso de síntesis de amoniaco? ¿Por qué recibe ese nombre?

4. ¿Cuáles son las aplicaciones positivas del amoniaco? ¿Cuál consideras que es la más importante? Justifica tu respuesta.

5. Indica cuáles de las siguientes situaciones implican consecuencias negativas debidas al amoniaco:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Producción de fertilizantes | <input type="checkbox"/> Eutrofización de las aguas |
| <input type="checkbox"/> Fabricación de TNT | <input type="checkbox"/> Impacto medioambiental |

6. ¿Te gustaría aprender más sobre el amoniaco? Justifica tu respuesta.

Elaboración propia

Con el segundo texto, *Abonos sintéticos*, extraído de Pérez y Esteban (2007), se pretende mejorar el interés y la motivación, así como conocer nuevos términos científicos.

ABONOS SINTÉTICOS

En 1804 el gran viajero y científico alemán Alexander von Humboldt (1769-1859) trae a Europa muestras del guano que desde tiempos precolombinos se utilizaba en Perú como abono. Importantes químicos del momento analizan estas muestras, así como las de otros abonos, y llegan a la conclusión de que para el desarrollo de las plantas no se necesita solamente oxígeno y luz, sino que se precisa también el alimento de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio. Comienza así la idea del papel que los minerales, y no ya sólo los abonos orgánicos naturales, pueden tener en el crecimiento de las plantas y, en definitiva, de todos los seres vivos. Y con ello nace también la idea de la relación de la química con la agricultura, es decir, de la química agrícola.

El primer antecedente es el científico alemán Albrecht Thaer (1752-1828), que en su obra *Principios de una Agricultura Racional* formula su “teoría del humus”, según la cual los nutrientes para las plantas eran tan sólo agua y materia orgánica. Y poco después, en 1813, el gran químico inglés Humphry Davy (1778-1829) escribe el libro *Química Agrícola*. Inglaterra precisamente había experimentado un vertiginoso aumento demográfico a finales del siglo anterior, por lo que tenía una gran preocupación por la escasez de alimentos. Davy opinaba que las sustancias minerales podían llegar hasta las plantas pero a través del humus solamente, ya que era el único producto asimilable por aquéllas. Hacia 1840 se ensayan cultivos sobre los que se añadía huesos pulverizados tratados con ácido sulfúrico y, en 1842, el químico agrícola inglés John Lawes (1814-1900) registró una patente sobre un método de fabricación de “superfosfato de cal” a partir de fosfatos minerales, por tratamiento con ácido sulfúrico a fin de hacerlos asimilables por las plantas.

Sin embargo, quien da el paso trascendental fue el alemán Justus von Liebig (1803-1873), uno de los químicos más brillantes del siglo XIX y al que se considera el fundador de esta nueva disciplina. Su importancia se extiende a muy diversos campos de la Química, entre ellos en Química aplicada. Y tal vez sea este aspecto con el que más directamente haya influido en el bienestar de la humanidad, a través de sus estudios en agricultura y en Fisiología y por el que más deba ser recordado.

Para Liebig la Química era la Ciencia-madre que regiría todas las demás Ciencias de la Naturaleza. Y así ocurriría también con la agricultura. En 1840 publica el libro *Química Orgánica y su Aplicación a la Agricultura y Fisiología*, más conocido como simplemente *Química Agrícola*, obra que tuvo enseguida gran éxito y difusión, traducida rápidamente a varias lenguas. Liebig, en ella, se opone abiertamente a la teoría del humus, dominante en aquellos tiempos, y resalta el papel de los elementos minerales en la nutrición de la planta, o “teoría mineral”. Las sustancias orgánicas de las plantas no se forman únicamente partiendo de otras sustancias orgánicas, sino de minerales. Afirma que los principales nutrientes de las plantas verdes, además del carbono, hidrógeno y oxígeno, son nitrógeno, potasio y fósforo. Otra de las grandes ideas contenidas en su libro es la de la asimilación del dióxido de carbono del aire, expresando así el proceso de fotosíntesis. Asimismo, formula la “ley del mínimo”, según la cual los rendimientos de las cosechas vendrían determinados por el nutriente que se encuentre en menor cantidad.

Sin embargo, Liebig cometió también grandes errores. Por ejemplo, en su idea de que el nitrógeno de la atmósfera era asimilable por las plantas y que no se necesitaba por ello añadirlo como fertilizante al suelo. Tuvo en este aspecto una violenta oposición, sobre todo por parte de químicos agrícolas ingleses.

También el aspecto práctico tuvo graves fracasos. Por ejemplo, en Inglaterra patenta junto con uno de sus antiguos alumnos algunos fertilizantes con la intención de sustituir al guano; pero, al utilizarlos, tan sólo se formó una dura costra sobre los terrenos, ya que eran insolubles. En cuanto a la necesidad del humus, aunque no es imprescindible para el crecimiento de las plantas, su presencia contribuye a mejorarlo sensiblemente.

Pese a todo, las ideas de Liebig dieron un enorme estímulo a la agricultura. Gracias a su tesón, vigor y poder de persuasión, logra convencer a los agricultores de los consejos prácticos contenidos en sus obras de agricultura. Además, promueve la investigación agrícola que pronto comienza a extenderse por Europa y sobre todo en Estados Unidos, y gracias también a él se incrementa enormemente la industria de fertilizantes, iniciada poco antes en Inglaterra. Por ejemplo, la ciudad alemana de Stassfurt, debido a sus minas, será el embrión de una importante industria de potasa que convierte a Alemania en el primer productor. Y en los inicios del siglo XX, con el descubrimiento del químico alemán Fritz Haber (1868-1934) de la síntesis de amoníaco utilizando el nitrógeno de la atmósfera, se abre una nueva era en la historia de los fertilizantes.

A partir de las ideas de Liebig, que dan un vuelco a los problemas de la “nutrición” de los campos, se incrementa la productividad agrícola, hasta tal punto que se pudo vencer en no pocos casos las hambrunas periódicas que sufrían muchos países europeos. Aunque, desgraciadamente, no pueda decirse lo mismo respecto a otras latitudes. (Pérez y Esteban, 2007, pp. 3-4)

El análisis del texto va a consistir en completar, en grupos de cuatro, el guion mostrado a continuación, para lo cual, los alumnos dispondrán de ordenadores para buscar la información que necesiten. Posteriormente, cada grupo va a comentar sus respuestas y compararlas con los demás compañeros.

Análisis del texto: *Abonos sintéticos*

1. Indica el significado de las siguientes palabras:

guano:

nutriente:

sustancia orgánica:

sustancia insoluble:

química agrícola:

abono natural:

abono sintético:

2. Nombra a todos los protagonistas que propiciaron el desarrollo de los abonos sintéticos. ¿Cuál fue el más importante?, ¿cuáles fueron sus logros?, ¿y sus fallos? ¿Por qué no se habla de ninguna científica?

3. ¿En qué consiste la “teoría del humus”? ¿Y la “ley del mínimo”?

4. ¿Consideras que la aparición de los fertilizantes ha sido importante para el desarrollo de la vida? Justifica tu respuesta.

5. Busca mediante el uso de las TIC, la fórmula química del amoníaco, el ácido nítrico, el ácido fosfórico, la urea y el fosfato diamónico. Indica si son sustancias naturales o sintéticas y justifica tu respuesta.

Para finalizar la serie de tareas a realizar antes de la salida, se procederá a la explicación de las visitas, y a la entrega de la autorización a rellenar por los padres (*ANEXO I*) y del folleto informativo de la excursión (*ANEXO II*). Además, se realizará una actividad en la cual los discentes buscarán información, empleando las TIC, sobre las empresas en cuestión, el amoniaco y los fertilizantes, anotando en el cuaderno toda la información relevante encontrada y las dudas que pudiesen surgir.

ACTIVIDAD 2: Durante la salida.

En esta fase, se pretende fomentar la observación, el análisis y la comprensión de distintas situaciones, para ello, el alumnado deberá ir rellenando el siguiente cuestionario de elaboración propia:

1. Responda a las siguientes cuestiones referentes a la primera visita:

- a) *Nombre de la factoría, año de apertura, productos que se sintetizan y fórmula química de estos.*
- b) *Producción anual de cada tipo de producto.*
- c) *Indica el nombre de los procesos que se emplean para las síntesis y la reacción o reacciones que tienen lugar.*
- d) *¿Cuáles deben de ser las propiedades de los reactivos que se necesitan? ¿Son naturales o sintéticos?*
- e) *¿Qué productos secundarios se originan en el proceso?*
- f) *¿Ocurren complicaciones en el proceso? ¿Cuáles? ¿Son peligrosas?*
- g) *¿Para qué se utilizan los productos sintetizados?*
- h) *Indica la contribución de estos químicos a la mejora de la calidad de vida de las personas.*
- i) *Indica los problemas medioambientales existentes sobre el suelo, el agua y el aire.*

2. Responda a las siguientes cuestiones referentes a la segunda visita:

- a) *Nombre de la factoría, año de apertura, productos que se sintetizan y fórmula química de estos.*
- b) *Producción anual de cada tipo de producto.*
- c) *Indica los reactivos necesarios para la elaboración de estos productos y la procedencia. ¿Son naturales o sintéticos?*
- d) *¿Qué nuevas tecnologías intervienen en el proceso? ¿Este sería posible sin el uso de tales tecnologías?*
- e) *Describe las aplicaciones de estos productos.*

- f) Indica la contribución de estos químicos a la mejora de la calidad de vida de las personas.*
- g) Indica los problemas medioambientales existentes sobre el suelo, el agua y el aire.*
- h) ¿Qué aspecto te ha parecido más interesante?*

Las fábricas a visitar pertenecen al grupo Fertiberia, que según se describe en Grupo Fertiberia (s.f.), Fertiberia, corresponden a la asociación Villar Mir, uno de los principales grupos industriales de España, con actividad en sectores como ferroaleaciones, agroalimentario, ingeniería, etc.

El grupo Fertiberia consta de dieciséis centros de producción: diez en España, dos en Argelia, tres en Portugal y uno en Francia; y abarca cuatro áreas de negocio: agricultura, jardinería, industria e ingeniería. Es de destacar que Fertiberia es el único productor de fertilizantes nitrogenados en España y, desde hace años, el primer productor de los mismos de la Unión Europea y del arco mediterráneo. Además, dispone del certificado AENOR, según la Norma Internacional UNE-EN-ISO 9001:2000, y ha creado un Sistema de Gestión Medioambiental para obtener la certificación ISO 14001 (Grupo Fertiberia, s.f., Fertiberia).

En esta propuesta, se va a realizar la visita a dos fábricas ubicadas en la provincia de Huelva, concretamente en Palos de la Frontera y en Huelva capital, las cuales distan 8,5 Km. La salida se va a realizar en la semana del medio ambiente y tendrá una duración de un día entero, dado que se saldrá de las puertas del centro a las 7:00 horas, y la llegada tendrá lugar sobre las 20:30 horas.

Durante las visitas, se pretende que el alumnado rellene el cuestionario expuesto anteriormente, con la información proporcionada por el guía y realizando una breve entrevista a los operarios.

PRIMERA VISITA

La primera visita se realizará a la fábrica de Palos de la Frontera, situada en el Polígono Industrial Nuevo Puerto. Esta fábrica comenzó sus actividades en 1976 y es la industria productora de amoníaco y urea más importante de España. El amoníaco sintetizado es suministrado a otras fábricas del grupo, entre ellas la de Huelva, a la que se realizará la segunda visita, y es utilizado en la misma fábrica para la producción de urea, la cual es consumida directamente por el agricultor (Grupo Fertiberia, s.f., Fábrica de Palos-Huelva).

En la *figura 3* se muestra el proceso de producción de amoniaco y en la *figura 4* el de urea.

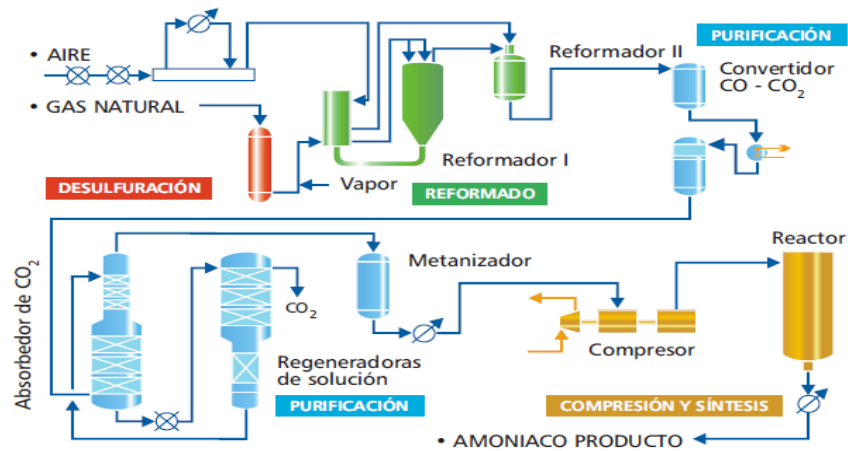


Figura 3. Proceso de síntesis de amoniaco (Grupo Fertiberia, s.f., Fábrica de Palos-Huelva).

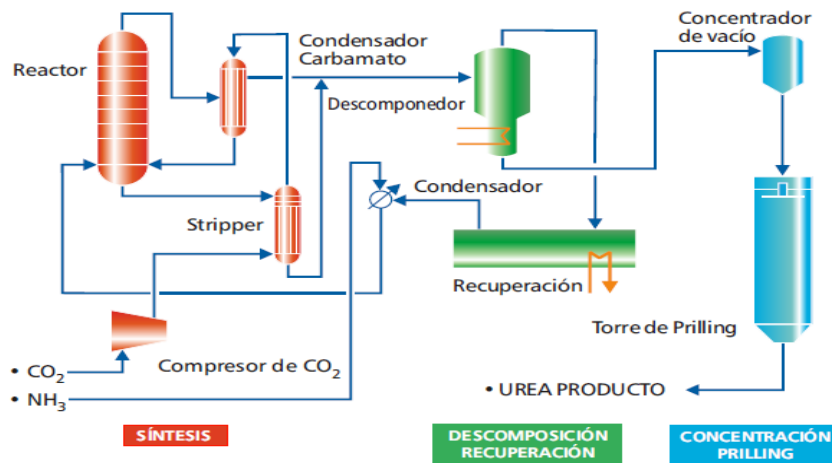


Figura 4. Proceso de síntesis de urea (Grupo Fertiberia, s.f., Fábrica de Palos-Huelva).

La llegada a la factoría será a las 9:30 horas, por lo que el grupo de alumnos tomará el desayuno, y a las 10 horas dará comienzo la visita por las instalaciones, que será guiada por el personal de la empresa y finalizará a las 12 horas, aproximadamente. Posteriormente, tendrá lugar una charla, de una hora de duración, impartida por el director empresarial, en la cual se va hacer especial consideración a los beneficios que los productos sintetizados aportan a la calidad de vida, así como el impacto medioambiental y las medidas que se llevan a cabo para mitigar problemas asociados.

Para finalizar la primera actividad del día, sobre las 13:30 horas se trasladará al grupo de alumnos a un parque cercano para tomar el almuerzo.

SEGUNDA VISITA

La fábrica de Huelva, ubicada en el Polígono Industrial de la Punta del Sebo, empezó a funcionar en 1967. Actualmente, produce casi dos millones de toneladas de ácido sulfúrico, H_2SO_4 , ácido fosfórico, H_3PO_4 , y fosfatos amónicos, los cuales se pueden comercializar como tales o ser utilizados como productos intermedios en la misma factoría para la síntesis de fosfato diamónico, $(NH_4)_2HPO_4$, abonos complejos y fosfatos solubles. Esta industria se considera el mayor complejo de la Unión Europea de síntesis de ácido fosfórico y fosfatos amónicos.

La visita tendrá una duración de dos horas, desde las 16:00 hasta las 18:00, y se examinarán los módulos de producción de ácido fosfórico, fosfato diamónico y abonos complejos compuestos de NPK. En la *figura 5* se muestra cómo se lleva a cabo la producción de ácido fosfórico, y en la *figura 6* la del fosfato diamónico.

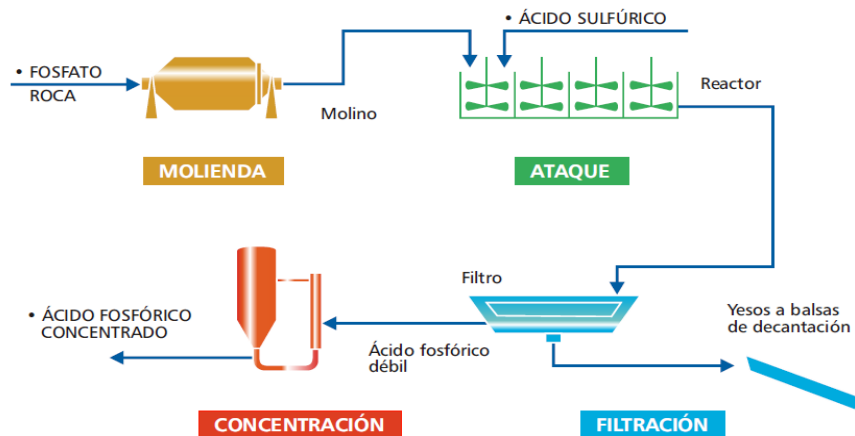


Figura 5. Proceso de síntesis del ácido fosfórico (Grupo Fertiberia, s.f., Fábrica de Huelva).

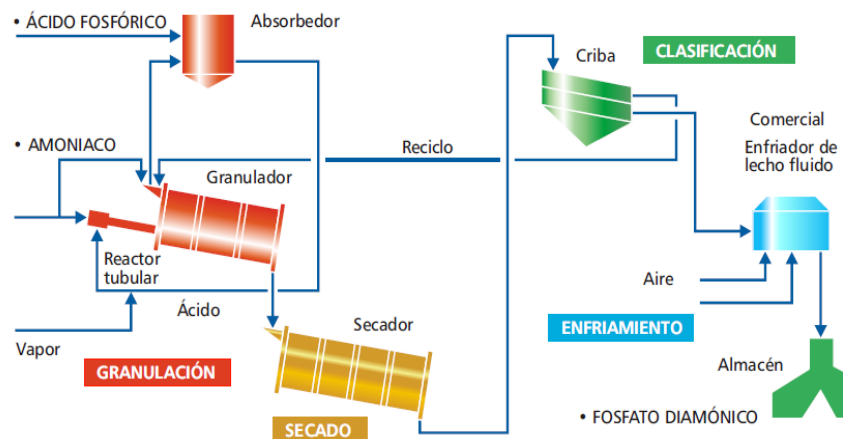


Figura 6. Proceso de síntesis del fosfato diamónico (Grupo Fertiberia, s.f., Fábrica de Huelva).

Como se puede observar en la *figura 6*, para la obtención del $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ los reactivos necesarios son NH_3 y H_3PO_4 , ambos producidos por la propia empresa.

Por último, se verá que para la síntesis de abonos complejos NPK, son necesarias las fases de granulación, secado, clasificación, enfriamiento y acondicionamiento.

ACTIVIDAD 3: Después de la salida.

La actividad posterior a la salida consistirá en realizar un trabajo en grupos de cuatro que será expuesto audiovisualmente en el salón de actos para todos aquellos alumnos y docentes que deseen asistir. Dicho trabajo debe analizar la importancia del desarrollo de la industria química en la sociedad y lo aprendido en la visita en sí, en la charla y en las entrevistas realizadas a los operarios, así como la resolución del siguiente caso práctico:

“Comienza un nuevo año y el director jefe de una industria de síntesis de amoníaco ha recibido el reporte de la producción del año anterior y el informe medioambiental del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

En el reporte de producción se refleja que se ha mejorado el rendimiento del proceso y, consecuentemente, la producción ha aumentado en un 48% respecto al año anterior. Sin embargo, el informe medioambiental muestra que la emisión de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos ha aumentado considerablemente, de entre los cuales los óxidos de nitrógeno superan el límite establecido en un 32%. Además, las multas provocadas por vertidos y otros residuos superaron el millón de euros.

El informe de medio ambiente viene acompañado de una carta del ministro donde indica que, si no se toman las medidas necesarias para solventar la situación en un plazo máximo de seis meses, el Ministerio ordenará el cierre de la empresa.

Haz uso de lo aprendido en las visitas y de recursos bibliográficos, y ponte en la situación del director jefe, con el objetivo de proponer medidas para solventar la situación y evitar el cierre de la empresa. Indica, además, los gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos emitidos en este tipo de síntesis”.

Elaboración propia

ACTIVIDAD 4: Autoevaluación y coevaluación.

Por último, se le va a proporcionar al alumnado cuestionarios de autoevaluación tanto del proceso de resolución de ejercicios (*ANEXO III*) como de las actitudes (*ANEXO IV*), y un cuestionario de coevaluación referente al trabajo realizado en equipo (*ANEXO V*). Además, para fomentar, una vez más, el uso de las TIC y mejorar la actitud del alumnado hacia la materia de Física y Química, se va a dedicar tiempo a realizar una autoevaluación de lo aprendido en toda la unidad mediante la aplicación informática Kahoot.

A continuación, se muestra la *tabla 2*, en la cual se sintetizan todas las actividades comentadas anteriormente, y se muestra la relación de las mismas con los estándares de aprendizaje evaluables y las competencias clave que se pretenden alcanzar. Las siglas empleadas para designar a las competencias clave son: Comunicación lingüística (CL), Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT), Competencia digital (CD), Aprender a aprender (AA), Competencias sociales y cívicas (CSC), Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SIEE) y Conciencia y expresiones culturales (CEC).

Tabla 2. Actividades, estándares y competencias.

ACTIVIDAD	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES	COMPETENCIAS CLAVE
<p>Actividad 1. Antes de la salida:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lectura y análisis de dos textos con enfoque histórico. En el primero, el análisis del texto será individual y se propiciará un debate; y en el segundo el análisis será grupal (4 alumnos). - Explicación de la salida por parte del docente y aclaración de dudas o solución de problemas. - Búsqueda de información relevante y preparación de cuestiones (individualmente). 	<p>2.1. Clasifica algunos productos de uso cotidiano en función de su procedencia natural o sintética.</p> <p>2.2. Identifica y asocia productos procedentes de la industria química que contribuyen a la mejora de la calidad de vida de las personas.</p>	<p>CL CMCT CD AA CSC CEC</p>
<p>Actividad 2. Durante la salida:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuestionario. - Entrevista a los operarios. - Charla. 	<p>2.1. Clasifica algunos productos de uso cotidiano en función de su procedencia natural o sintética.</p> <p>2.2. Identifica y asocia productos procedentes de la industria química que contribuyen a la mejora de la calidad de vida de las personas.</p>	<p>CL CMCT AA CSC CEC</p>
<p>Actividad 3. Después de la salida:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presentación digital del trabajo propuesto (grupos de cuatro alumnos). 	<p>2.1. Clasifica algunos productos de uso cotidiano en función de su procedencia natural o sintética.</p> <p>2.2. Identifica y asocia productos procedentes de la</p>	<p>CL CMCT CD AA CSC SIEE</p>

	<p>industria química que contribuyen a la mejora de la calidad de vida de las personas.</p> <p>3.1. Describe el impacto medioambiental del dióxido de carbono, los óxidos de azufre, los óxidos de nitrógeno y los CFC relacionándolo con los problemas medioambientales de ámbito global.</p> <p>3.2. Propone medidas, a nivel individual y colectivo, para mitigar los problemas medioambientales de importancia global.</p> <p>3.3. Defiende razonadamente la influencia que el desarrollo de la industria química ha tenido en el progreso de la sociedad, a partir de fuentes científicas de distinta procedencia.</p>	CEC
<p>Actividad</p> <p>Autoevaluación y coevaluación:</p> <p>- Cuestionarios.</p> <p>- Kahoot.</p>	<p>4.</p> <p>y</p> <p>Todos</p>	<p>CL</p> <p>CMCT</p> <p>CD</p> <p>AA</p>

Elaboración propia. Estándares extraídos del Decreto 98/2016, pp. 17458-17459

4.3. Recursos

Para llevar a cabo las diferentes actividades descritas, se precisan los siguientes recursos materiales:

- Pizarra digital con proyector.

- El alumno dispondrá de un cuaderno donde recogerá todas las actividades propuestas por el docente, así como los análisis de texto y cuestionarios.

- Recursos digitales: acceso a Internet y ordenadores portátiles individuales.

Además, se precisa de un autobús para la excursión que se acordará entre la dirección del centro y la agencia de viajes.

En cuanto a los recursos humanos, se necesitarán dos docentes encargados de acompañar en todo momento al alumnado. También, dos operarios guías, uno de cada empresa, y el director empresarial para llevar a cabo la charla.

4.4. Temporalización

La actividad 1 se desarrollará en tres sesiones. Primeramente, se llevará a cabo la lectura del texto: *Amoniaco, la sustancia que cambió el mundo*, su análisis individual y el debate sobre qué es el amoniaco, el guano peruano y el nitrato de Chile. En la segunda sesión, se tratará el texto: *Abonos sintéticos* y se analizará, primero, en grupos de cuatro y, después, en el grupo-clase. Por último, se dedicará una breve parte de la tercera sesión a la explicación de la salida, además, el alumnado llevará a cabo la búsqueda en la web 2.0 sobre las industrias químicas a visitar.

Como se ha comentado en el desarrollo de las actividades, la segunda, correspondiente a la salida a Huelva, tendrá lugar durante un día entero, desde las 7:00 hasta las 20:30 horas.

Respecto a la presentación del trabajo grupal correspondiente a la actividad 3, dado que el número de alumnos es veintiocho y cada grupo estará formado por cuatro miembros, se formarán siete grupos y cada uno tendrá un máximo de veinte minutos para realizar su intervención. Por lo tanto, se dedicarán dos sesiones, en la primera sesión expondrán cuatro grupos y en la segunda tres grupos. No obstante, los días dedicados a dichas actividades y el horario se tienen que acordar con el resto del equipo docente para que no se afecte demasiado el desarrollo de las restantes materias.

Por último, el tiempo dedicado a la actividad 4 de autoevaluación y coevaluación, será de una sola sesión.

Toda lo descrito anteriormente se presenta de manera sintetizada en la *tabla 3*.

Tabla 3. Temporalización de las actividades.

Actividad	Sesión	Temporalización	Contenido
1	1ª sesión	15 min	Lectura del texto: <i>Amoniaco, la sustancia que cambió el mundo</i> (grupo-clase).
		20 min	Análisis del texto (individual).
		20 min	Debate (grupo-clase).
	2ª sesión	15 min	Lectura del texto: <i>Abonos sintéticos</i> (grupo-clase).
		20 min	Análisis del texto en grupos de 4.
		20 min	Análisis del texto en el grupo-clase.
3ª sesión	15 min	Explicación de la salida.	
	40 min	Búsqueda de información sobre las fábricas a visitar mediante el uso de las TIC.	
2	1 día	7:00 – 20:30 horas	EXCURSIÓN
3	1ª sesión	80 min	Exposición audiovisual de 4 grupos en el salón de actos.
	2ª sesión	60 min	Exposición audiovisual de 3 grupos en el salón de actos.
4	1 sesión	25 min	Cuestionarios de autoevaluación y coevaluación.
		30 min	Autoevaluación Kahoot.

Elaboración propia

4.5. Evaluación

La evaluación del alumnado se realizará mediante la rúbrica que se muestra en la *tabla 4*, en la cual se considera:

*1 Baremo de la evaluación de los indicadores de aprendizaje: 1: Suspendido, 2: Aprobado, 3: Notable, 4: Excelente.

*2 Competencias Clave (C. C.): Comunicación lingüística (CL), Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT), Competencia digital (CD), Aprender a aprender (AA), Competencias sociales y cívicas (CSC), Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SIEE) y Conciencia y expresiones culturales (CEC).

Tabla 4. Rúbrica de evaluación.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES	EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES DE APRENDIZAJE RESPECTO A LAS ACTIVIDADES	EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES DE APRENDIZAJE* ¹	C.C.* ²
2. Reconocer la importancia de la química en la obtención de nuevas sustancias y su importancia en la mejora en la calidad de vida de las personas.	2.1. Clasifica algunos productos de uso cotidiano en función de su procedencia natural o sintética.	<p>0. No sabe nada.</p> <p>2. Conoce algún concepto.</p> <p>4. Conoce algunos productos, pero no sabe si son de uso cotidiano.</p> <p>6. Comprende que es un producto de uso cotidiano, pero no sabe clasificarlo según su procedencia.</p> <p>8. Sabe clasificar los productos de uso cotidiano en natural y sintéticos, pero no termina de comprender los términos.</p> <p>10. Cumple todos los estándares de evaluación.</p>	<p>Actividad 1</p> <p>Actividad 2</p> <p>Actividad 3</p> <p>Actividad 4</p>	<p>Analiza textos y responde a cuestionarios, sobre productos cotidianos y la industria química.</p>	<p>1. No analiza los textos ni responde a las preguntas de los cuestionarios.</p> <p>2. Analiza los textos, pero no responde a los cuestionarios.</p> <p>3. Analiza los textos y responde los cuestionarios, pero comete algunos errores.</p> <p>4. Cumple los estándares.</p>	<p>CL</p> <p>CMCT</p> <p>AA</p> <p>CEC</p>
				<p>Defiende con argumentos adecuados su elección en el debate.</p>	<p>1. No defiende su elección.</p> <p>2. Defiende su elección, pero sin argumentos.</p> <p>3. Defiende su elección con escasos argumentos.</p> <p>4. Cumple los estándares.</p>	<p>CL</p> <p>CMCT</p> <p>CSC</p>

	2.2. Identifica y asocia productos procedentes de la industria química que contribuyen a la mejora de la calidad de vida de las personas.	0. No sabe nada.		Busca información relevante sobre la industria química. Sabe clasificarla y analizarla.	1. No busca ni sabe encontrar la información relevante.	CMCT CD AA
		2. Conoce algún concepto.			2. Busca información, pero no sabe si es relevante o no.	
		4. Conoce algunos productos, pero no sabe si proceden de la industria química.			3. Busca y analiza la información, pero comete algún error en los pasos posteriores.	
		6. Comprende que es un producto procedente de la industria química, pero no asocia su contribución a la mejora de la vida.		Elabora mediante la herramienta de <i>Power Point</i> una presentación sobre las visitas a las fábricas reflejando estos contenidos.	4. Cumple los estándares.	
		8. Sabe identificar los productos procedentes de la industria química y su contribución a la mejora de la vida, pero no termina de comprender su importancia.			1. No sabe elaborar la presentación.	CL CMCT CD AA CSC SIEE CEC
		10. Cumple todos los estándares de evaluación.			2. Elabora la presentación y aunque sintetiza, comete muchos errores ortográficos y gramaticales.	
				Interpreta el resultado de su	3. Realiza una buena presentación, pero con algunos errores.	
					4. Cumple los estándares.	
					1. No interpreta los resultados.	CL CMCT

				autoevaluación y coevaluación a través de cuestionarios y aplicaciones informáticas referentes a estos contenidos.	2. Se interesa por interpretar los resultados. 3. Interpreta los resultados con ayuda. 4. Cumple los estándares.	CD AA
3. Valorar la importancia de la industria química en la sociedad y su impacto en el desarrollo de las ciencias de la salud.	3.1. Describe el impacto medioambiental del dióxido de carbono, los óxidos de azufre, los óxidos de nitrógeno y los CFC relacionándolo con los problemas medioambientales de ámbito global.	0. No sabe nada. 2. Conoce algo sobre el impacto medioambiental. 4. Conoce algunos gases de efecto invernadero. 6. Comprende que los gases de efecto invernadero ocasionan problemas medioambientales, pero no sabe explicarlo. 8. Sabe relacionar los problemas medioambientales con los gases de efecto	Actividad 3 Actividad 4	Analiza el caso práctico en la presentación <i>Power Point</i> identificando los gases de efecto invernadero que causan el impacto medioambiental y proponiendo medidas adecuadas para solventar la	1. No analiza el caso práctico. 2. Analiza el caso identificando los gases de efecto invernadero, pero no describe el impacto medioambiental que causan. No propone medidas. 3. Analiza el caso identificando los gases invernaderos y los asocia con el impacto medioambiental. Propone medidas, pero no resuelve	CL CMCT CD AA CSC SIEE CEC

		<p>invernadero, pero no termina de comprender su importancia.</p> <p>10. Cumple todos los estándares de evaluación.</p>		<p>situación.</p>	<p>la situación.</p> <p>4. Cumple los estándares.</p>	
	<p>3.2. Propone medidas, a nivel individual y colectivo, para mitigar los problemas medioambientales de importancia global.</p>	<p>0. No sabe nada.</p> <p>2. Conoce algo sobre los problemas medioambientales.</p> <p>4. Conoce algunas medidas para solventar problemas medioambientales pero no las expone correctamente.</p> <p>6. Comprende que se tienen proponer medidas medioambientales a nivel individual.</p> <p>8. Sabe proponer medidas tanto individual como en grupo, para solucionar problemas medioambientales, pero no termina de comprender su importancia global.</p>		<p>Elabora una presentación <i>Power Point</i> en la que valora la influencia de la industria en la vida humana empleando diversas fuentes.</p>	<p>1. No elabora la presentación.</p> <p>2. Elabora la presentación pero no valora la influencia de la industria en la sociedad.</p> <p>3. Elabora la presentación valorando la influencia de la industria en la sociedad, pero no emplea diversas fuentes.</p> <p>4. Cumple los estándares.</p>	<p>CL</p> <p>CMCT</p> <p>CD</p> <p>AA</p> <p>CSC</p> <p>CEC</p>

		10. Cumple todos los estándares de evaluación.				
	3.3. Defiende razonadamente la influencia que el desarrollo de la industria química ha tenido en el progreso de la sociedad, a partir de fuentes científicas de distinta procedencia.	0. No sabe nada. 2. Conoce algo sobre la influencia de la industria química en la sociedad. 4. Conoce la influencia de la industria en la sociedad, pero no lo defiende 6. Defiende sin razonar. 8. Defiende razonadamente, pero no emplea distintas fuentes científicas. 10. Cumple todos los estándares.		Interpreta el resultado de su autoevaluación y coevaluación a través de cuestionarios y aplicaciones informáticas referentes a estos contenidos.	1. No interpreta los resultados. 2. Se interesa por interpretar los resultados. 3. Interpreta los resultados con ayuda. 4. Cumple los estándares.	CL CMCT CD AA

Elaboración propia. Criterios de evaluación y estándares extraídos del Decreto 98/2016, pp. 17458-17459

Además, se empleará la rúbrica del *ANEXO VI* para evaluar la exposición oral del trabajo en *Power Point* de la actividad 3, y las escalas de valoración de los *ANEXOS VII* y *VIII* para evaluar el cuaderno del alumno y la participación e intervención en la asignatura, respectivamente.

En la *tabla 5* se muestran los instrumentos de evaluación y sus correspondientes criterios de calificación.

Tabla 5. *Instrumentos de evaluación y criterios de calificación.*

Instrumento de evaluación	Criterios de calificación (%)
Rúbrica general	60
Exposición oral	20
Cuaderno del alumno	10
Participación	10

Elaboración propia

Con ello, se pretende que la evaluación sea continua y formativa, de manera que se atienda a toda la diversidad de alumnado, adaptándose a aquellos con necesidades específicas de apoyo educativo.

Además, el docente llevará a cabo su autoevaluación mediante la escala de valoración del *ANEXO IX*.

4.6. Evaluación de la propuesta

La evaluación de este proyecto se va a llevar a cabo a partir de los 10 criterios que debe cumplir un proyecto innovador que propone Fundación Telefónica (2014) en su documento *Decálogo de un proyecto innovador*. En él, los criterios presentan distintos niveles de consecución:

- Nivel 1: ausencia
- Nivel 2: bajo
- Nivel 3: medio
- Nivel 4: alto

A continuación, se van a describir los criterios y su nivel de consecución para la presente propuesta de intervención. Este análisis queda reflejado en la diana de evaluación de la *figura 7*.

1. Experiencia de aprendizaje vital: la propuesta brinda al alumnado una oportunidad de aprendizaje real, que implica mucho más que la adquisición de conceptos o habilidades específicas.

Se puede considerar que, para este criterio, la propuesta ha alcanzado el nivel 3: la formación del alumnado se focaliza en las competencias para la vida, a partir de la realización de actividades de aprendizaje sobre experiencias reales y auténticas. Ya que, las visitas proporcionan una experiencia real de cómo se elaboran productos que están muy presentes en la vida de los alumnos.

2. Metodologías activas de aprendizaje: las metodologías de aprendizaje empleadas son activas de manera que están centradas en el alumnado y se potencian las relaciones sociales con el entorno.

La propuesta se desarrolla mediante metodologías de aprendizaje activas y constructivas, por lo que este criterio ha alcanzado un nivel alto, es decir, el nivel 4: lo principal es que el aprendizaje del alumno sea práctico y basado en experiencias, de manera que, se fomente tanto la autonomía como el trabajo en grupo. Por lo tanto, el docente es guía del proceso.

3. Aprendizaje más allá del aula: el proyecto abarca contextos de aprendizaje formales e informales, y se emplean recursos y herramientas que permiten al alumnado crear su propio ambiente de aprendizaje.

Este aspecto puede ser considerado como el fundamental de esta propuesta, dado que, lo que se pretende es que el alumno aprenda tanto dentro del aula, con el análisis de textos históricos, como fuera de ella conociendo la realidad de la industria química. Así, se logra alcanzar un nivel 4: el alumno conecta los distintos contextos de aprendizaje: formal e informal, curricular y extracurricular, de manera que, construye un entorno personal de aprendizaje.

4. Experiencia de aprendizaje colaborativo: el proyecto promueve el aprendizaje colaborativo e implica la participación de docentes e individuos no pertenecientes a la comunidad educativa, esto es, personas significativas de la sociedad, profesionales de prestigio, etc.

Todas las actividades de este proyecto involucran el trabajo en grupo de manera colaborativa e incluye la participación de agentes externos en la gestión de actividades como es la intervención del director empresarial y los operarios. Por todo ello, se puede considerar que este criterio se ha alcanzado con un nivel alto, nivel 4: predomina el trabajo en equipo y la participación de agentes internos y externos en la gestión de actividades.

Hasta ahora, los resultados de la evaluación, como se puede observar en la diana de la *figura 7*, son muy buenos.

5. Aprendizaje C21: la propuesta permite al alumnado adquirir las competencias, esto es, los conocimientos, actitudes y habilidades, necesarias para el siglo XXI.

Todas las actividades propuestas en este trabajo fomentan la adquisición de las competencias necesarias para formar a ciudadanos capaces de desenvolverse en la cultura actual, además, se fomenta la autoevaluación y coevaluación. Por ello, se puede considerar que este criterio se ha logrado al máximo, esto es, en un nivel 4: el aprendizaje está centrado exclusivamente en la adquisición de las competencias necesarias para el siglo XXI. Se enseña al alumno estrategias y rutinas de pensamiento para que desarrolle habilidades metacognitivas.

6. Experiencia de aprendizaje auténtica: el proyecto permite a los alumnos aprender mediante experiencias significativas y auténticas, de manera que, se estimule su compromiso emocional.

El nivel de alcance de este criterio ha sido medio, nivel 3: el alumno realiza actividades significativas implicadas con su entorno físico y humano, cuya finalidad es la gestión de la competencia emocional. El nivel 4 no se ha alcanzado porque no se trabaja la evaluación de dicha competencia.

7. Experiencia de aprendizaje en base a retos: la propuesta plantea actividades creativas, divergentes y abiertas tanto para el alumnado como para los profesores.

En este caso, aunque se promueve el aprendizaje basado en la resolución de problemas, como es el caso práctico que se plantea tras la excursión, no se considera la metodología fundamental de esta propuesta, por lo que se alcanza un nivel bajo, nivel 2: se plantea alguna actividad formativa basada en la metodología del aprendizaje basado en la resolución de problemas.

El bajo nivel alcanzado en este criterio provoca que la diana de evaluación de la *figura 7* muestre una curva más pronunciada.

8. La evaluación como herramienta de aprendizaje: el proyecto considera la evaluación como una herramienta formativa, que abarca la heteroevaluación, coevaluación y autoevaluación.

En este proyecto, el docente realiza la evaluación del alumnado mediante diversas rúbricas y escalas de valoración. Además, se proponen actividades en las que el alumnado tiene que autoevaluarse y evaluar a sus compañeros/as a través de

cuestionarios y actividades TIC. Por lo tanto, se ha alcanzado un nivel 4: se presenta al alumno actividades de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación mediante diversos instrumentos de evaluación como rúbricas y escalas de valoración.

9. Experiencia de aprendizaje digital: la propuesta proporciona al alumno habilidades para analizar, usar, elaborar y compartir información mediante recursos digitales. Además, fomenta el uso crítico de las TIC para que el alumno pueda desenvolverse correctamente en la cultura y sociedad digitales.

Aunque con esta intervención se plantean actividades que implican el desarrollo de habilidades digitales, no están totalmente enfocadas a ello. Así, en este criterio se presenta un nivel 3: entre las actividades principales desarrolladas se potencia la creación de productos originales a partir de herramientas digitales sugeridas en el itinerario formativo para la expresión personal o grupal.

10. Experiencia de aprendizaje sostenible: la propuesta considera procedimientos para su crecimiento y sostenibilidad futuros, identifica los logros, mejores prácticas, el conocimiento adquirido y propuestas para su crecimiento y replicabilidad.

Se han planteado rúbricas de autoevaluación docente para mejorar la práctica y esta evaluación de la propuesta para identificar logros, no obstante, carece de un plan de crecimiento, sostenibilidad y replicabilidad. Por lo que, a este criterio se le puede asignar un nivel bajo, correspondiente al nivel 2: se han elaborado métodos con el objetivo de determinar logros, mejores prácticas y conocimientos adquiridos.



Figura 7. Diana de evaluación de la propuesta de intervención. *Elaboración propia.*

Tras la evaluación de este proyecto, se deduce que, en la propuesta de intervención están presentes todos los criterios de un proyecto innovador y la mayoría de los mismos se han alcanzado con un buen nivel, no obstante, es necesario mejorar aquellos con un nivel bajo, como es la experiencia de aprendizaje en base a retos y la experiencia de aprendizaje sostenible.

5. Conclusiones

Tal y como se ha descrito en la introducción del presente Trabajo de Fin de Máster, la meta del mismo es lograr la Alfabetización Científica (AC) de todos los individuos. En base a ello, se ha realizado una investigación bibliográfica, de la cual se concluye que la AC permite el desarrollo de una sociedad capaz de tomar decisiones, de manera crítica y responsable, respecto a las cuestiones científicas y tecnológicas tan presentes en la vida actual. También, se ha concluido que el camino para alcanzar dicha meta no es fácil, ya que, no basta solo con una reforma curricular, sino que los docentes tienen que emplear metodologías que sean acordes con los objetivos concretos de la AC y que mejoren el interés del alumnado, como es la enseñanza Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS).

Así, la información obtenida a partir de la investigación bibliográfica ha influido en la elección de la temática a tratar en la propuesta de intervención y de las estrategias para desarrollarla, así como en la programación de las actividades.

En relación al objetivo general se concluye:

- Se ha logrado elaborar una propuesta en la que se tratan contenidos CTS, los cuales se imparten, a su vez, mediante estrategias CTS.
- Se han diseñado actividades que aumentan el interés del alumnado hacia la materia de Física y Química, dado que, rompen con la rutina habitual del aula.
- Se ha logrado la AC de todo el alumnado, ya que, se tratan conceptos con terminología científica adaptada a la cultura actual, se realizan actividades prácticas que permiten desarrollar determinadas habilidades y capacidades necesarias para el siglo XXI, y se fomentan actitudes y valores respetuosos.

En relación a los objetivos específicos relacionados con el marco teórico se concluye:

- Con las actividades planificadas se ha logrado que el alumno desarrolle el pensamiento crítico, reflexione y tome decisiones responsablemente.
- Se ha conseguido establecer distintos agrupamientos, de tal manera que, el alumnado trabaje en equipo y de forma colaborativa.
- Mediante los contenidos y actividades planteadas se ha conseguido que el alumnado comprenda la relevancia científica y tecnológica en el progreso de la industria química y, como consecuencia, en las mejoras en la calidad de vida. También, se ha logrado que los discentes desarrollen actitudes

referentes al cuidado sostenible del medio ambiente y conozcan la influencia del mismo en las condiciones de calidad de vida.

- Se ha conseguido que el alumnado sea el protagonista de su propio proceso de enseñanza-aprendizaje, así, el aprendizaje es activo y constructivo. Además, a través de las actividades, los contenidos son contextualizados y aplicados a la vida cotidiana.

6. Limitaciones y prospectiva

En la elaboración del presente Trabajo de Fin de Máster, la autora del mismo se ha encontrado con una limitación que ha dificultado su realización. En la búsqueda de artículos bibliográficos, no se han hallado ni trabajos de investigación ni propuestas de intervención ni experiencias sobre salidas pedagógicas, trabajos de campo o excursiones escolares en la ESO referentes a la materia de Física y Química. Sin embargo, si se han encontrado artículos relativos a otras materias y otros niveles educativos. Por lo tanto, la información obtenida a partir de estos recursos ha sido la empleada para la elaboración del epígrafe correspondiente a las salidas de campo del marco teórico.

La limitación descrita implica otra carencia referente a la imposibilidad de comparar la propuesta didáctica realizada con otras propuestas o experiencias de iguales características, de tal manera que, se tiene mayor probabilidad de cometer errores en la programación, los cuales podrían haberse evitado si se dispusiera de referencias concretas.

Respecto a las perspectivas del presente Trabajo de Fin de Máster, se plantea implementar la propuesta de intervención con la finalidad de comprobar su viabilidad, analizar el grado de logro real de los objetivos formulados y detectar carencias que posibiliten futuras líneas de mejoras.

Además, si se llevan a cabo las pruebas de PISA con el alumnado implicado en la puesta en práctica de esta propuesta, surge una nueva línea de investigación referida al análisis de los resultados de dichas pruebas, de tal manera que, se evalúe la efectividad de la estrategia CTS y el grado de alcance de la AC.

Con el objetivo de elaborar propuestas de Trabajo de Fin de Máster que promuevan la AC, se plantean las siguientes líneas derivadas del presente trabajo:

- Respecto al qué enseñar, se propone tratar la síntesis de otros químicos, como el ácido sulfúrico, y su relación con la producción de fertilizantes. Ello implica la posibilidad de visitar las industrias químicas que elaboran tales productos, así como el estudio del impacto medioambiental y, concretamente, de la lluvia ácida.
También, en lugar de fertilizantes, se sugiere estudiar otros temas interesantes y relevantes para la vida como son los aditivos, los detergentes, la gasolina, los plásticos, etc.

- Respecto al cómo enseñar, considerando la salida pedagógica como actividad principal, ésta se puede combinar con otras estrategias CTS, como la elaboración de proyectos en equipo mediante trabajo cooperativo. De este modo, se propone que el alumnado, tras la experiencia vivida en la excursión, realice un proyecto de apertura de una fábrica para que estudie los métodos de síntesis de los productos que desea elaborar, las instalaciones necesarias, las tecnologías adecuadas, el coste económico global, el impacto medioambiental, etc. Todo ello, implica una intervención de carácter interdisciplinar en un nivel educativo superior a 2º de ESO.

Además, se propone aplicar la propuesta de intervención de este trabajo en 3º de ESO en la materia de Física y Química, y en 4º de ESO en la materia de Cultura Científica.

7. Referencias bibliográficas

- Acevedo, J.A. (1996). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Borrador*, 13, 26-3. Recuperado el 6 de febrero de 2018 de <http://www.oei.es/historico/salactsi/acevedo2.htm>
- Acevedo, J.A. (1997). Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Un enfoque innovador para la enseñanza de ciencias. *REVISTA*, 10, 269-275. Recuperado el 6 de febrero de 2018 de https://www.researchgate.net/publication/260612723_Ciencia_Tecnologia_y_Sociedad_CTS_Un_enfoque_innovador_para_la_ensenanza_de_las_ciencias
- Acevedo, P. y Acevedo, J.A. (2002). Proyectos y materiales curriculares para la educación CTS: enfoques, estructuras, contenidos y ejemplos. *Revista Pedagógica*, 54(1), 5-18.
- Acevedo, J.A., Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 80-111.
- Acevedo, J.A. (2004) Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación Científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-15.
- Asencio, E. (2017). La educación científica: percepciones y retos actuales. *Educación y Educadores*, 20(2), 282-296.
- Bettencourt, C., Lopes, J. y Albergaria, P. (2011). Biology teachers' perceptions about Science-Technology-Society (STS) education. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 3148-3152.
- Caamaño, A. (2011). Las ciencias en la ESO desde la perspectiva de la Alfabetización Científica. *Física y Química: complementos de formación disciplinar*. España: Ministerio de Educación de España-Editorial GRAÓ, de IRIF, S.L.
- Decreto 98/2016, de 5 de julio, por el que se establecen la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato para la Comunidad Autónoma de Extremadura (6 de julio de 2016). *Diario Oficial de Extremadura*, 129, 17458-17459.

- Esteban, S. (2003). La perspectiva histórica de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad y su papel en la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), 399-415.
- Esteban, S. (2008). *Química y cultura científica*. Recuperado de <https://bv.unir.net:2056>
- EURYDICE (2011). Science Education in Europe. Bruselas: EACEA. Recuperado el 9 de febrero de 2018, de http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/133EN.pdf
- Fernández, M.A. (2007). Itinerario didáctico interdisciplinar por instalaciones energéticas de Galicia. Recuperado el 28 de enero de 2018, de http://www.mapama.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2007_12mafernandez_tcm7-53069.pdf
- Fundación Telefónica. (2014). *Decálogo de un proyecto innovador: guía práctica Fundación Telefónica*. Recuperado el 26 de marzo de 2018 de <https://observatorio.profuturo.education/blog/2014/09/12/decalogo-de-un-proyecto-innovador-guia-practica-fundacion-telefonica/>
- Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J. y Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 365-376.
- García, A. (2008). Relaciones CTS en la educación científica básica. II. Investigando los problemas del mundo. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(3), 389-402.
- Garmendia, M. y Guisasola, J. (2015). Alfabetización Científica en contextos escolares: El proyecto Zientzia Live! *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(2), 294-310.
- Gil, D. y Vilches, A. (2006). Educación ciudadana y Alfabetización Científica: Mitos y Realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42, 31-53.
- Grupo Fertiberia. (s. f.). *Fábrica de Huelva*. Material no publicado. Recuperado el 25 de marzo de 2018 de http://www.grupofertiberia.com/media/605357/huelva_esp.pdf
- Grupo Fertiberia. (s. f.). *Fábrica de Palos-Huelva*. Material no publicado. Recuperado el 25 de marzo de 2018 de http://www.grupofertiberia.com/media/605356/palos_esp.pdf

- Grupo Fertiberia. (s. f.). *Fertiberia*. Recuperado el 2 de marzo de 2018 de <http://www.fertiberia.com/>
- Jegede, O.J. (1988). The development of the science, technology and society curricula in Nigeria. *International Journal of Science Education*, 10(4), 399-408.
- Jong, O. (1998). Los experimentos que plantean problemas en las aulas de química: dilemas y soluciones. *Enseñanza de las ciencias*, 16(2), 305-314.
- Kemp, A. (2002). Implications of diverse meanings for “scientific literacy”. En P.A. Rubba, J.A. Rye, W.J. Di Biase y B. Crawford, (Eds), *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for Education of Teachers in Science* (pp. 1202-1229). Florida.
- López, J.A. (2007). Las salidas de campo: mucho más que una excursión. *Educación en el 2000*, 11, 100-103.
- Mansour, N. (2009). Science-Technology-Society (STS). A new paradigm in science education. *Bulletin of Science, Technology and Society*, 29(4), 287-297.
- Munby, H.A. (1984). A qualitative approach to the study of a teacher’s beliefs. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(1), 27-38.
- OECD. (2015). PISA 2015 Item Submission Guidelines: Scientific Literacy. Recuperado el 11 de febrero de 2018 de <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Submission-Guidelines-Science.pdf>
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. Boletín Oficial del Estado, 25, de 29 de enero de 2015.
- Pamparato, M.L. y Begonja, S. (2017). *Introducción a la Química: hidrocarburos, alimentos y procesos industriales*. Buenos Aires: Maipue.
- Pérez, J. y Esteban, S. (2007). Fertilizantes: su impacto en la agricultura y en el bienestar social. En G. Pinto, (Ed.), *Aprendizaje activo de la física y la química* (pp. 399-406). Madrid: Equipo Sirius.
- Prieto, T., España, E. y Martín, C. (2012). Algunas cuestiones relevantes en la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 71-77.

- Pulgarín, R. (1998). La excursión escolar como estrategia didáctica en la enseñanza de la geografía. *La Gaceta Didáctica*, 2, 1-7.
- Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, *por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria (5 de enero de 2007)*. Boletín Oficial del Estado, 3, 27-46.
- Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, *por el que se establece la estructura del Bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas (6 de noviembre de 2007)*. Boletín Oficial del Estado, 266, 16-20.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, *por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (3 de enero de 2015)*. Boletín Oficial del Estado, 3, 461-468.
- Rebelo, D., Marques, L. y Costa, N. (2011). Actividades en ambientes exteriores al aula en la Educación en Ciencias: contribuciones para su operatividad. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19(1), 15-25.
- Ríos, E. y 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.
- Rubba, P.A. (1991). Integrating STS into school science and teacher education: Beyond awareness. *Theory Into Practice*, 30, 303-308.
- Shamos, M.H. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Solbes, J. y Vilches, A. (1997). The STS interactions and the teaching of Physics and Chemistry. *Science Education*, 81(4), 377-386.
- Solbes, J., Montserrat, R. y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91-117.
- Strieder, R.B., Bravo, B. y Gil, M.J. (2017). Ciencia-tecnología-sociedad: ¿Qué estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 35(3), 24-49.
- Vázquez, A., García, A., Manassero, M.A. y Bennassar, A. (2013). Spanish secondary-school science teachers' beliefs about Science-Technology-Society (STS) issues. *Science and Education*, 22, 1191-1218.

8. Bibliografía complementaria

Anaya. (s.f.). *La web del profesorado*. Recuperado el 25 de marzo de 2018 de <https://www.anayaeducacion.es/>

Bolancé, J., Cuadrado, F., Ruiz, J.R. y Sánchez, F. (2013). La autoevaluación de la práctica docente como herramienta para la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje del alumnado. *Avances en Supervisión Educativa*, 18, 1-16.

9. Anexos

9.1. Anexo I: Autorización para la excursión a Huelva

D/DÑA. _____

con DNI _____, padre, madre o tutor/a del alumno/a
_____ del curso _____

DOY MI AUTORIZACIÓN para que mi hijo/a asista a la excursión a las fábricas de Palos de la Frontera y Huelva. En dichas actividades el alumnado estará siempre acompañado por un tutor/a o profesor/a responsable.

En Calamonte, a _____ de _____ del 20 ____

Firmado

9.2. Anexo II: Folleto informativo sobre la excursión a Huelva

La excursión consta de la visita a dos fábricas del grupo *Fertiberia*. La salida tendrá lugar a las 7:00 horas desde la puerta principal del centro, aunque más adelante se dirá el día exacto, será en la semana del medio ambiente, y tendrá una duración de un día entero, con llegada al centro sobre las 20:30 horas.

El coste de la excursión es de 15 €, no obstante, el alumnado debe de llevar bocadillo para el desayuno y la merienda.

PRIMERA VISITA

La primera fábrica a visitar se ubica en Palos de la Frontera, en ella se sintetiza



amoníaco y urea, la llegada será a las 9:30. El grupo tomará el desayuno y a las 10 horas comenzará la visita guiada, la cual acabará aproximadamente a las 12 horas. Posteriormente, tendrá lugar una charla impartida por el director empresarial, de aproximadamente 1 hora de duración. Así,

sobre las 13:30 horas se trasladará al grupo de alumnos a un precioso parque para tomar la merienda, concluyendo la primera actividad del día.

SEGUNDA VISITA

La segunda fábrica está situada en Huelva, a 8,5 Km de la anterior; en ella se produce ácido fosfórico y fertilizantes, entre otros. La visita será desde las 16 hasta las 18 horas, también guiada por un operario de la industria. Una vez acabada, se pondrá rumbo de vuelta a casa.



9.3. Anexo III: Escala de autoevaluación de la resolución de ejercicios

Responde a las siguientes cuestiones; si respondes afirmativamente avanza de nivel y continúa, y cuando termines haz una marca en el nivel que has logrado completar.

1	Presentación y conocimiento	He leído detenidamente el enunciado y conozco el contenido al que alude la actividad.	SI	NO
2	Comprensión	Entiendo lo que propone la actividad y sé lo que se necesita saber para darle respuesta.	SI	NO
3	Selección	He elegido, de forma razonada, la manera de dar respuesta a la actividad.	SI	NO
4	Planificación	He planificado los pasos y he conseguido los recursos necesarios (materiales, herramientas, información,...) para responder a la actividad.	SI	NO
5	Aplicación y solución	He dado una respuesta a la actividad que creo que es correcta, siguiendo la planificación y utilizando los recursos que previamente establecí.	SI	NO
6	Análisis	He comprobado si mi respuesta es correcta.	SI	NO
7	Evaluación del aprendizaje	He reflexionado sobre mi forma de responder a la actividad identificando distintos aspectos: dificultades encontradas, posibles mejoras, aprendizaje obtenido,...	SI	NO

Extraída de Anaya, s.f.

9.4. Anexo IV: Autoevaluación de actitudes

Valora tu actitud y completa la tabla con la puntuación que consideres; después analiza tus resultados.

	3	2	1
	Siempre	La mayoría de las veces	Pocas veces
He organizado mis tareas y mi tiempo.			
He sido responsable y he realizado mis tareas.			
He aprendido los contenidos y las técnicas de la unidad.			
He mostrado interés y me he esforzado por aceptar mis errores.			
He cooperado y he sido respetuoso en las tareas realizadas en equipo.			
He tomado medidas para mejorar mi aprendizaje.			

Extraída de Anaya, s.f.

RESULTADO GLOBAL (suma puntuación/6)	
---	--

Si tu resultado es inferior a 2, tu actitud debe mejorar.

Si tu resultado es 2, tu actitud puede mejorar.

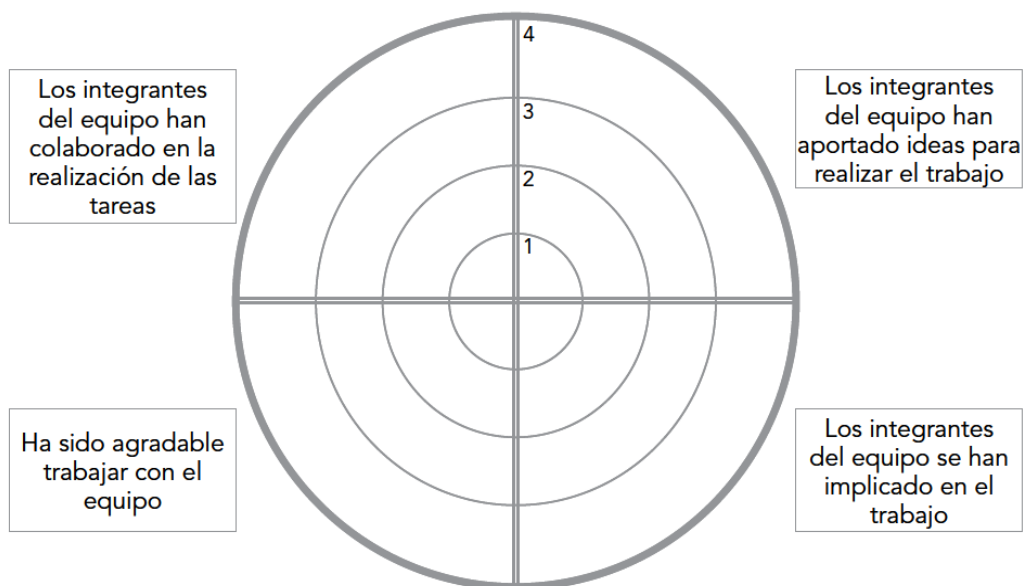
Si tu resultado es superior a 2, tu actitud debe seguir así.

9.5. Anexo V: Diana de coevaluación del trabajo en equipo

Evalúa a tus compañeros y compañeras en el trabajo que habéis realizado juntos. Fíjate en la leyenda y da tu puntuación al equipo; después, colorea el sector según corresponda y, en un vistazo, comprobarás tu evaluación.

Tus compañeros/as harán lo mismo que tú, y el resultado será vuestra coevaluación.

Leyenda	Integrantes del equipo
4: Siempre	Nombre: _____
3: Casi siempre	Nombre: _____
2: Algunas veces	Nombre: _____
1: Casi nunca	Nombre: _____



Extraída de Anaya, s.f.

9.6. Anexo VI: Rúbrica para la exposición oral de trabajos

	4	3	2	1
	Excelente	Satisfactorio	Básico	Escaso
Presentación	Se presenta de manera formal y da a conocer el tema de la presentación y el objetivo que pretende.	Se presenta de forma rápida y da a conocer el tema de la presentación, pero no el objetivo.	Se presenta sin decir su nombre y menciona el tema de forma muy general.	Empieza su exposición sin hacer una presentación inicial.
Expresión oral	Utiliza un vocabulario adecuado y la exposición es coherente.	El vocabulario es adecuado y tiene algún problema para expresar correctamente sus ideas.	Maneja un vocabulario muy básico y tiene problemas para transmitir con claridad sus ideas.	Tiene un vocabulario muy básico y no logra transmitir con claridad sus ideas.
Volumen de voz	Su volumen de voz es adecuado y se escucha en toda el aula.	Su volumen de voz es adecuado y alto para escucharse bien, aunque, a veces, baja.	Su volumen de voz es medio y tiene dificultades para escucharse en toda el aula.	Su volumen de voz es siempre muy bajo y no se escucha en el aula.
Expresividad	Sus expresiones faciales y su lenguaje corporal generan un fuerte interés y entusiasmo sobre el tema.	Sus expresiones faciales y su lenguaje corporal generan en muchas ocasiones interés y entusiasmo.	Sus expresiones faciales y su lenguaje corporal muestran una actitud pasiva y no generan mucho interés.	Muy poco uso de expresiones faciales o lenguaje corporal, por lo que su expresividad no genera interés.

Inclusión de los aspectos relevantes	Expone claramente el trabajo y aporta referencias a los conocimientos trabajados.	Expone claramente el trabajo, pero no relaciona toda la exposición con los conocimientos.	Tiene dificultad para exponer el trabajo porque no entiende los conocimientos trabajados.	No expone el trabajo ni conoce los conceptos trabajados necesarios para su realización.
Explicación del plan de trabajo	Explica cada paso con detalle, con lógica y en orden cronológico.	Explica todos los pasos claramente, pero se ha liado un poco con el orden.	Explica los pasos, pero se confunde en el orden y requiere reorganización mediante preguntas.	No identifica los pasos que ha dado ni es capaz de reconducir el discurso de forma guiada.
Recursos didácticos	Usa soportes audiovisuales en diversos formatos, atractivos y de calidad.	Usa soporte visual adecuado e interesante en su justa medida.	Usa soporte visual adecuado.	No utiliza soporte visual o el que emplea no es adecuado.
Tiempo	Utiliza el tiempo adecuado y cierra correctamente su presentación.	Utiliza un tiempo ajustado al previsto, pero con un final precipitado o excesivamente largo por falta de control de tiempo.	Utiliza el tiempo adecuado, pero falta cerrar su presentación; o no utiliza el tiempo adecuado, pero incluye todos los puntos.	La exposición es muy larga o insuficiente para poder desarrollar el tema correctamente u olvida el control del tiempo.

Extraída de Anaya, s.f.

RESULTADO GLOBAL (suma puntuación·10/32)	
---	--

9.7. Anexo VII: Rúbrica para la corrección del cuaderno del alumno

CRITERIOS	ESCALA				Comentarios
	3	2	1	0	
A. Presentación					
1. Exterior					
2. Identificación adecuada					
3. Interior					
4. Creatividad					
B. Contenido					
5. Todos los trabajos					
6. Corrige los trabajos					
7. Apuntes correctos					
8. Organización y secuencia lógica de los trabajos					
C. Ortografía					
9. Acentuación					
10. Puntuación					
11. Escritura correcta de las palabras					
12. Legibilidad					
TOTAL					
NOTA (suma puntuación·10/36)					

Elaboración propia

Leyenda 3: Cumple con lo solicitado, 2: Cumple pero falta elaboración, 1: Cumple muy poco, 0: No cumple

9.8. Anexo VIII: Registro de la participación y la intervención del alumnado en la asignatura

	4	3	2	1
	Siempre	Usualmente	A veces	Raramente
Le gusta escuchar información de la asignatura.				
Expone ideas relativas a lo que ha estudiado.				
Sintetiza la información que ha estudiado y trabajado.				
Relaciona información tratada en la materia con experiencias propias.				
Aplica los aprendizajes de la asignatura a la vida cotidiana.				
Tiene inquietud y curiosidad por los contenidos de la asignatura.				
Formula preguntas relativas a los contenidos abordados en la materia.				
Muestra iniciativa a la hora de resolver problemas planteados dentro del marco de la asignatura.				

Extraída de Anaya, s.f.

RESULTADO GLOBAL (suma puntuación·10/24)	
---	--

9.9. Anexo IX: Autoevaluación de desempeño docente II

El docente se autoevaluará mediante esta escala de valoración, en la cual 1: bajo, 2: medio, 3: alto.

Acciones básicas	Factores e indicadores para autoevaluar la práctica docente	ESCALA		
		3	2	1
Planificación de la actividad docente	Se secuencian los contenidos y se integran los objetivos y competencias clave.			
	Se integran las competencias clave en la planificación y la inclusión de criterios y procedimientos para su evaluación.			
	Se incluyen procedimientos y criterios de evaluación y calificación las programaciones didácticas, en coherencia con el PEC y el contexto del alumnado, y en el marco de la evaluación continua.			
Práctica docente en el aula	Se adecua la actividad del aula a la secuenciación de contenidos y competencias clave previstas para la unidad didáctica.			
	Se presenta la información al alumnado y este participa y se implica en el aprendizaje.			
	Se organiza la clase, los agrupamientos y recursos y materiales.			
	Se emplean recursos didácticos que facilitan el aprendizaje.			
	Se diseñan y aplican las actividades de aprendizaje.			
	Se atiende al alumnado con dificultades de aprendizaje y con necesidades específicas de apoyo.			
	Se fomenta una actitud activa y responsable del estudiante hacia su propio trabajo.			
	Se promueve el desarrollo en el alumno de una actitud reflexiva estimulando al estudiante a desarrollar sus propias explicaciones y defenderlas ante sus compañeros.			
	Se aplica la evaluación continua en la práctica diaria del aula y se valoran las producciones del alumnado y el instrumento de recogida de datos relacionados con la valoración del aprendizaje de los alumnos y alumnas.			

	Se valoran las actividades de lectura, escritura y expresión oral.			
Actitud del profesorado	Se estimula al alumnado para mejorar su interés en su proceso de aprendizaje.			
	Se tiene una actitud receptiva por parte del profesor respecto a los alumnos.			

Adaptación de Bolancé, Cuadrado, Ruiz y Sánchez, 2013