



Universidad Internacional de La Rioja  
Facultad de Educación

Máster Universitario en Formación del Profesorado de  
Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación  
Profesional y Enseñanzas de Idiomas

Programa de jóvenes divulgadores sobre las reacciones  
químicas en 4º ESO mediante aprendizaje cooperativo  
y aprendizaje por proyectos

Trabajo fin de estudio presentado por:	Antonio Miguel Amador Villarrubia
Tipo de trabajo:	Propuesta de intervención
Especialidad:	Física y Química
Director/a:	Marta García Maté
Fecha:	2 de junio de 2021

## Resumen

A pesar de los cambios realizados recientemente en el marco legislativo referente a la educación en España y de los cambios en los contenidos y en la metodología empleada para la enseñanza de la Física y Química en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria, los resultados que ofrecen los estudiantes españoles en los informes del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA) siguen siendo preocupantes, señalan la necesidad de un cambio y abren una gran oportunidad para mejorar y revolucionar la metodología didáctica empleada tradicionalmente.

Con ese propósito como objetivo, se plantea una metodología innovadora con carácter activo para el estudio de las reacciones químicas en la asignatura de Física y Química en 4º ESO. De esta manera, se estudian los efectos del aprendizaje activo derivado del constructivismo sobre los conocimientos adquiridos y se establece una propuesta didáctica basada en la elaboración de un proyecto de divulgación científica en redes sociales por los estudiantes y la realización de actividades de Aprendizaje Cooperativo. Con el propósito de que la propuesta mencionada se transforme en una mejora real de la metodología empleada en el aula, aumentando la motivación y la predisposición de los estudiantes hacia la adquisición de los conocimientos, es necesario establecer instrumentos de evaluación con la perspectiva de ponerla en práctica.

Finalmente, se presentan las conclusiones acerca de la propuesta, así como las limitaciones y las consideraciones a tener en cuenta determinando un contexto escolar en el que sea posible llevar a la práctica esta metodología de aprendizaje activo.

**Palabras clave:** *Física y Química, Educación Secundaria, reacciones químicas, Aprendizaje por Proyectos (ABP), Aprendizaje Cooperativo.*

## Abstract

Despite of the recent changes in the education normative and legislative framework in Spain and despite of the content and methodologies changes about the teaching of Physics and Chemistry in Educación Secundaria Obligatoria (equivalent to GCSE in the UK), the results showed by the Spanish students at the Programme for International Students Assessment (PISA) reports are still worrying. These results point out the need of an educational change and provide an opportunity to improve and set on revolutionary learning methods over traditional ones.

With that purpose, a novel active-learning based methodology for the study of chemical reactions in Physics and Chemistry subject for 4º ESO level (equivalent to GCSE's Year 11 in the UK). Thus, the effects of active learning derived from constructivism over the acquired knowledge are studied. As a consequence, a learning unit based in the elaboration of a scientific communication project in social media networks carried on by students and cooperative learning activities is proposed. With the objective of the mentioned proposal becoming an actual improvement about the methodologies developed in a classroom, it is necessary to establish evaluation resources with the aim of increasing students' motivation and disposition towards knowledges acquisition.

At last, final considerations about the proposal are set on. Also, the restrictions and considerations to keep in mind, analysing the background to develop this active learning methodology, are considered.

**Keywords:** *Physics and Chemistry, Secondary Education, chemical reactions, Project-Based Learning (PBL), cooperative learning.*

## Índice de contenidos

1. Introducción .....	8
1.1. Justificación.....	8
1.2. Planteamiento del problema .....	10
1.3. Objetivos.....	11
1.3.1. Objetivo general .....	11
1.3.2. Objetivos específicos .....	11
2. Marco teórico.....	12
2.1. Dificultades en el aprendizaje de las reacciones químicas en Física y Química .....	12
2.2. Marco legislativo.....	13
2.2.1. Marco legislativo nacional .....	14
2.2.2. Marco legislativo autonómico .....	14
2.3. La metodología del aprendizaje por proyectos y su uso en la enseñanza de las ciencias.....	14
2.4. La metodología del aprendizaje cooperativo y su uso en la enseñanza de las ciencias. ....	19
2.5. Proyectos de divulgación científica para el alumnado en la enseñanza de las ciencias. ....	23
3. Propuesta de intervención .....	27
3.1. Presentación y justificación de la propuesta .....	27
3.2. Contexto y destinatarios a los que se dirige la propuesta.....	30
3.3. Intervención en el aula .....	32
3.3.1. Objetivos.....	32
3.3.2. Competencias .....	34
3.3.3. Contenidos.....	35

3.3.4.	Metodología .....	37
3.3.5.	Cronograma y secuenciación de actividades .....	38
3.3.6.	Recursos.....	39
3.3.7.	Sesiones de la propuesta didáctica .....	41
3.3.8.	Evaluación.....	51
3.4.	Evaluación de la propuesta .....	56
4.	Conclusiones.....	60
5.	Limitaciones y prospectiva .....	61
	Referencias bibliográficas.....	62
Anexo I.	Cuestionario inicio-final de la unidad didáctica .....	66
Anexo II.	Boletín de teoría y ejercicios de la unidad didáctica .....	68
Anexo III.	Presentación de los temas para los proyectos de divulgación científica.....	73
Anexo IV.	Instrucciones para la subida de los vídeos a YouTube.....	78
Anexo V.	Guía para el debate acerca de las reacciones químicas.....	80
Anexo VI.	Prueba escrita de la propuesta didáctica .....	81

## Índice de figuras

Figura 1. Puntuaciones medias informe PISA.....	9
Figura 2. Conceptos para el entendimiento de las reacciones químicas .....	13
Figura 3. Esquema del aprendizaje por proyectos .....	17
Figura 4. Esquema de la técnica <i>Jigsaw</i> para el aprendizaje cooperativo .....	20
Figura 5. Gráfico de creación de canales de divulgación científica en español en YouTube.....	25

## Índice de tablas

Tabla 1. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje tratados en la propuesta didáctica .....	36
Tabla 2. Temporalización de la propuesta didáctica .....	39
Tabla 3. Sesión 1 de la propuesta didáctica .....	41
Tabla 4. Sesión 2 de la propuesta didáctica .....	43
Tabla 5. Sesión 3 de la propuesta didáctica .....	44
Tabla 6. Sesión 4 de la propuesta didáctica .....	45
Tabla 7. Sesión 5 de la propuesta didáctica .....	46
Tabla 8. Sesión 6 de la propuesta didáctica .....	47
Tabla 9. Sesión 7 de la propuesta didáctica .....	49
Tabla 10. Sesión 8 de la propuesta didáctica .....	50
Tabla 11. Porcentajes para la calificación de los estudiantes .....	51
Tabla 12. Rúbrica para la evaluación del proyecto.....	53
Tabla 13. Escala de valoración para el proceso de elaboración .....	54
Tabla 14. Tabla de coevaluación.....	55
Tabla 15. Escala de valoración para la práctica docente.....	57
Tabla 16. Encuesta de satisfacción para el alumnado.....	58

## 1. Introducción

El presente Trabajo de Fin de Máster realiza un estudio acerca de los principales causantes de los bajos resultados de los estudiantes españoles de Secundaria en las asignaturas de ciencias y específicamente en Física y Química. Poniendo el foco sobre la falta de motivación presente en el aula y las aún escasas prácticas docentes innovadoras, se realiza un análisis con el fin de detectar aquellos puntos que permitan establecer una estrategia y diseñar una propuesta didáctica de carácter innovador con el objetivo de alcanzar un aprendizaje significativo por parte del alumnado.

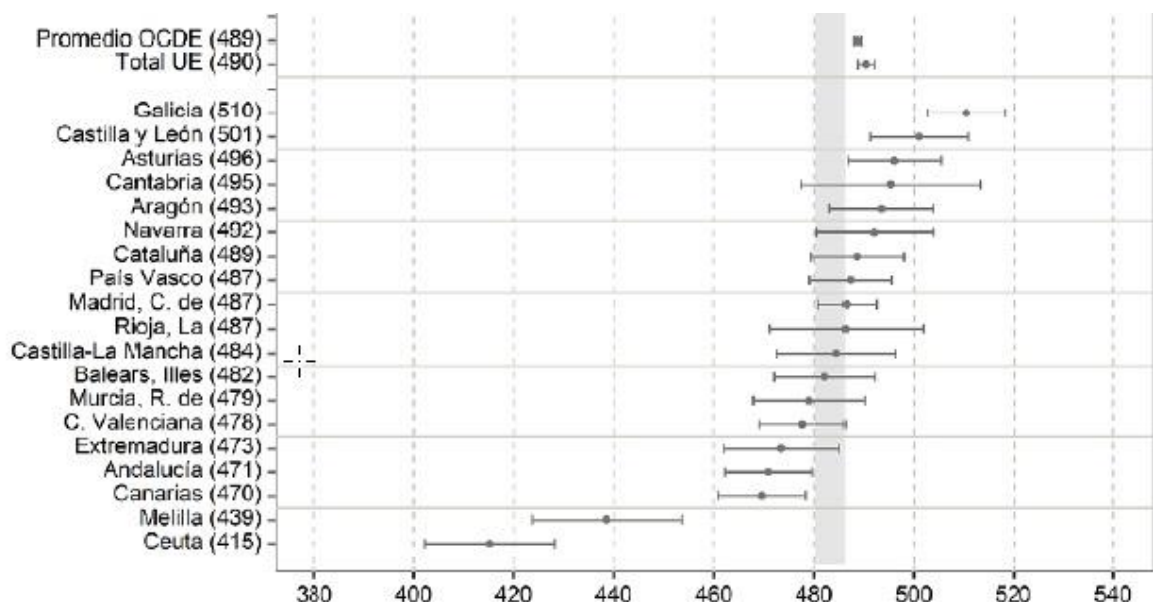
### 1.1. Justificación

Año tras año, los datos de abandono escolar mejoran en España, estableciéndose paulatinamente en cotas más bajas. No obstante, el tratamiento incorrecto de estos datos puede llevar a una interpretación equívoca. Según datos del informe “Hombres y Mujeres” de la Encuesta de Población Activa (Instituto Nacional de Estadística, 2020), el abandono temprano de la educación se sitúa en cifras del 21,4% para los hombres y del 13,0% para las mujeres, lo que supone situarse por encima de la media de la UE-27 y, en general, a la cabeza de los países de la Unión Europea (UE). El análisis de estos preocupantes datos no puede realizarse desde un prisma diferente al de la falta de motivación por parte del alumnado y al fracaso escolar (Fernández-Enguita et al., 2010). Además, estas variables se encuentran estrechamente relacionadas con las asignaturas del ámbito científico, pues son aquellas que habitualmente entrañan una mayor dificultad para el alumnado y un mayor uso del pensamiento lógico y crítico.

Si estos datos deben encender la luz de alarma en la comunidad educativa con el fin de paliar esta problemática, el Informe del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes en la OCDE del año 2018 (en adelante, Informe PISA) terminan por resaltar la dificultad que las asignaturas de ciencias suponen para el alumnado de Educación Secundaria Obligatoria (en adelante, ESO). Este informe evalúa el desarrollo de la competencia científica en el aula mediante la aplicación de procesos reflexivos y críticos, que permitan elaborar diversas hipótesis relacionadas con el contenido teórico y enfocadas hacia la relación con los fenómenos cotidianos. Los datos del Informe PISA para las áreas de matemáticas y ciencias sitúan a España por debajo de la media de la Unión Europea, siendo Andalucía, Islas Canarias,



Ceuta y Melilla las Comunidades Autónomas con peores resultados. Además, la reflexión general que se realiza en este informe resulta muy acertada, pues los pobres datos en estas áreas no influiría únicamente en aquellos usuarios cuyas carreras profesionales puedan estar dedicadas a la ciencia en un futuro, sino que para el conjunto de la sociedad podría originar dificultades a la hora de afrontar situaciones relacionadas con controversias científicas presentes en la vida cotidiana y encuadradas en la alimentación o la mitigación del impacto medioambiental. Es por ello que deben elaborarse proyectos que mejoren la concepción de las ciencias por parte del alumnado desde las etapas más tempranas de Secundaria e incluso en la Educación Primaria donde la base de contenidos resulta generalmente escasa, buscando fomentar el proceso de alfabetización científica.



**Figura 1.** Puntuaciones medias estimadas en ciencias en el informe PISA para las distintas Comunidades Autónomas junto a su intervalo de confianza al 95% para la media poblacional. Fuente: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2018).

En los últimos años son numerosos los proyectos de innovación educativa que buscan una mejora en el transcurso del proceso enseñanza-aprendizaje de las asignaturas de ciencias. Estos proyectos han llevado al aula metodologías activas como el aprendizaje por proyectos y el aprendizaje cooperativo. Asimismo, el empleo de las tecnologías de la información y la comunicación (en adelante, TIC) para el aprendizaje y de un enfoque que establezca relaciones entre ciencia y tecnología y la sociedad y el medioambiente, el llamado enfoque CTSA.

## 1.2. Planteamiento del problema

Los datos mostrados en el apartado 1.1. remarcan la necesidad de seguir transformando el proceso enseñanza-aprendizaje en las asignaturas de ciencias y concretamente en la asignatura de Física y Química. Esta transformación debe englobar tanto un proyecto que permita aumentar la motivación en el alumnado de los cursos de primer ciclo de ESO como un proyecto que permita ampliar los contenidos para los estudiantes de segundo ciclo, fomentando el debate acerca de controversias socio-científicas y la realización de actividades que les permita practicar la competencia lingüística y digital en las asignaturas de ciencias, mediante la presentación de conceptos de forma oral, adecuando el vocabulario a una terminología científica adecuada. Además, según queda definido por la Ley Orgánica 8/2013, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE), es en este segundo ciclo cuando los estudiantes deben orientar su futuro escogiendo una rama académica. En el caso de escoger la rama científica en 4º ESO y un posterior Bachillerato de Ciencias de la Salud o Científico-Tecnológico, es fundamental incentivar la adecuada motivación con el objetivo de frenar el descenso las tasas de matriculación en el Bachillerato de esta área que apuntan diversos estudios (Solbes et al., 2007), así como de combatir problemas latentes de las titulaciones de ciencias, como el abandono en los primeros cursos de los estudios universitarios. Según el mencionado estudio de Solbes et al. (2007), otra de las problemáticas a la que se enfrenta la enseñanza de las ciencias es la percepción negativa de las mismas, De esta manera, la enseñanza de las asignaturas de ciencias es percibida de forma general por la sociedad como “únicamente apta para genios, compleja y aburrida”. Además, la baja contextualización de estas asignaturas donde se abusa de los bloques teóricos en ausencia de prácticas, impide al alumnado establecer una conexión entre la teoría y la vida cotidiana. Por último, las horas dedicadas a las asignaturas científicas son menores a las que se emplean en sistemas educativos de otros países europeos, como Alemania (Tárraga et al., 2007).

Todo lo expuesto con anterioridad señala la importancia de aumentar la motivación de los estudiantes hacia las asignaturas científicas y la Física y la Química y de realizar una evolución en la metodología empleada hasta ahora. Es así transcendental usar la motivación como motor del proceso enseñanza-aprendizaje, sustituyendo el aprendizaje memorístico y repetitivo de los contenidos por metodologías activas que conviertan al estudiante en protagonista de su propio proceso de asimilación de los contenidos y que fomenten el

desarrollo por competencias, usando el pensamiento crítico y la creatividad como agentes protagonistas. Esto se ajusta a la metodología planteada en el presente Trabajo de Fin de Máster, en el que se impulsa el aprendizaje cooperativo y la creación de recursos audiovisuales para la expresión de los contenidos por parte del alumnado, poniendo en funcionamiento el aprendizaje por proyectos. Además, en una sociedad tan diversa como la actual, el aprendizaje cooperativo se antoja fundamental como método para facilitar el trabajo ante la diversidad de la que se puede disponer en el aula. El uso de esta metodología además lleva implícita mejorar la motivación de los estudiantes hacia la asignatura de Física y Química, así como que permite mejorar el clima en el aula (Azorín-Abellán, 2018). Se trabajan además las habilidades sociales, pues todos los miembros de los grupos trabajan en conjunto con una meta en común, siendo satisfactorio el desempeño de este proyecto si todos los miembros la alcanzan.

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo general

Realizar una propuesta de intervención educativa mediante el aprendizaje cooperativo y la elaboración de un proyecto de divulgación científica empleando el método de aprendizaje por proyectos para la enseñanza de las reacciones químicas en el bloque 3 “los cambios” en Física y Química de 4º de ESO con la finalidad de fomentar el interés y la motivación del alumnado.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

- Estudiar las principales dificultades que presenta el alumnado al enfrentarse a las asignaturas de ciencias y específicamente, a la asignatura de Física y Química.
- Analizar las ventajas y los inconvenientes de las metodologías del aprendizaje por proyectos y el aprendizaje cooperativo y uso para la enseñanza de las ciencias.
- Desarrollar actividades encuadradas dentro de la metodología del aprendizaje por proyectos y el aprendizaje cooperativo para la enseñanza del bloque 3 “Los cambios” en Física y Química de 4º de ESO.
- Analizar y evaluar la aplicación del contenido de la propuesta.

## 2. Marco teórico

### 2.1. Dificultades en el aprendizaje de las reacciones químicas en Física y Química

Según Caamaño y Oñorbe (2004), la Física y la Química presentan de manera general dificultades para su aprendizaje derivados de tres razones principales: a) la dificultad intrínseca de las disciplinas, b) las concepciones sociales y personales erróneas de las que dispone el alumnado y c) la metodología empleada para la enseñanza de las mismas. En cuanto a las reacciones químicas, las dificultades para su aprendizaje tienen una gran relación con el término de enlace químico y de estructura y la percepción presente en los estudiantes acerca del mundo macroscópico, microscópico, de cómo ocurren los procesos de cada una de las maneras y de cómo varía la terminología para cada dotar de significado a los elementos que intervienen en una reacción química. En las reacciones químicas se distinguen fundamentalmente tres concepciones del proceso de reacción química que los estudiantes deben dominar a la finalización de sus estudios de educación secundaria (González y Crujeiras, 2018). De esta manera, a nivel macroscópico la reacción química debe entenderse como un proceso en el que desaparecen y se forman nuevas sustancias, a nivel microscópico los estudiantes deben entender la reordenación de las partículas involucradas y además, debe establecerse un nivel simbólico, en el que el alumnado debe ser capaz de plasmar por medio de ecuaciones los procesos que han tenido lugar en una reacción química, así como la distinta información que se puede ofrecer acerca de la misma. Además, según Caamaño y Oñorbe (2004), también existe dificultad para comprender aquellos procesos que tienen lugar en varias etapas, como el mecanismo de una reacción química. Según estos investigadores, las ideas previas y la metodología empleada también suponen un factor diferencial para que la enseñanza de la Química se convierta en un proceso lleno de dificultades para el estudiante de Secundaria, por lo que debe buscarse una metodología que presente de forma adecuada los distintos conceptos y teorías con un lenguaje adecuado, además de diseñar y emplear actividades que huyan de la simple mecánica y de la adquisición de los conocimientos por repetición y que, en yuxtaposición, ofrezcan un espacio donde el alumnado pueda generar un conocimiento autónomo en el que la comprensión de los procesos tales como las reacciones químicas sea el eje del proceso de aprendizaje. Estas concepciones sobre el avance hacia una metodología basada en el constructivismo y el papel activo del alumnado quedan registradas

en la bibliografía de forma muy diversa, haciéndose siempre mención a las dificultades expuestas con anterioridad por diversos autores (Bergqvist, 2017; Dawati, 2019, De Posada, 1999; González-Felipe, 2017; Martín-Barrios, 2015; Olmos-Perelló, 2010). Según Coca (2013), existen diversas concepciones alternativas que el alumnado posee por diversas razones: partiendo de la simple experiencia debido a la atribución de un significado incorrecto a un fenómeno observado hasta concepciones de origen social, debido a la falta de comprensión de algunos conceptos científicos tales como diferenciar una reacción química de un proceso de cambio de estado y su frecuente confusión con el comportamiento de mezclas, disoluciones y cambios en la estructura de una sustancia, aun manteniéndose intacta su estructura. Por todo ello, se hace necesario que el alumnado entienda una diversidad de conceptos.

***Conceptos necesarios para el entendimiento de las reacciones  
químicas por el alumnado***

- *Comprender la conservación de la masa en una reacción química.*
- *Diferenciar entre el cambio químico y físico sin establecer un vínculo con la apreciación visual del fenómeno.*
- *Conocer cómo se redistribuyen los átomos en una reacción química.*
- *Interpretar el significado de una ecuación química para la representación de una reacción determinada.*

**Figura 2.** Conceptos para el entendimiento de las reacciones químicas. Fuente: elaboración propia.

## 2.2. Marco legislativo

Las leyes que se presentan para la realización del presente Trabajo Fin de Máster aplican al ámbito nacional y autonómico, específicamente a la Comunidad Autónoma de Andalucía y se detallan en los siguientes subapartados.

### 2.2.1. Marco legislativo nacional

- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, por la que se establece la ordenación general del sistema educativo en los niveles de enseñanza no universitaria en España.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE), de artículo único y que modifica ciertos aspectos de la Ley Orgánica anterior.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato.
- 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.

### 2.2.2. Marco legislativo autonómico

- Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Decreto 182/2020, de 10 de noviembre, por el que se modifica el Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Orden de 15 de enero de 2021, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad, se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado y se determina el proceso de tránsito entre distintas etapas educativas.

## 2.3. La metodología del aprendizaje por proyectos y su uso en la enseñanza de las ciencias.

La presente propuesta didáctica tiene como objetivo alcanzar un aprendizaje significativo y activo basado en la lógica constructivista y una de sus principales formas de expresión, el aprendizaje por proyectos o aprendizaje basado en proyectos. El constructivismo muestra la educación como un proceso propio del individuo y de régimen interno en el que cada ser es capaz de generar su visión de la realidad que le rodea y a partir de la cual genera su propio proceso de conocimiento. De acuerdo a Hein (1991), el constructivismo queda definido como

un proceso activo en el que el individuo utiliza sus sentidos y experiencias previas para la construcción de conocimientos con significado. Este proceso de desarrollar conocimientos mejora las habilidades de construcción de significados para aprendizajes futuros y establece un ritmo de aprendizaje personalizado en el que se persigue un conocimiento permanente. Es importante valorar los conocimientos y las estructuras de conocimiento previas que se poseen para poder incorporar nuevos conocimientos. Este autor también destaca la importancia de la interacción del sujeto con el entorno, desde el cual es capaz de ir interpretando experiencias para añadirlas a su estructura de conocimientos. Estas características generales del constructivismo hacen que sea fácil encuadrar el aprendizaje por proyectos como una forma óptima de alcanzarlo.

En otro orden, el aprendizaje que se alcanza con esta metodología también busca ser activo. Este hecho alcanza una importancia vital teniendo en cuenta las necesidades y las exigencias del sistema y la sociedad actual, que provoca que los jóvenes cada vez requieran una mayor formación en ciencias y tecnología, así como un uso adecuado de la creatividad. En España, pese a las múltiples reformas acometidas en las últimas décadas en busca de una formación que permita que los estudiantes desarrollen las habilidades que la sociedad actual demanda más allá de la simple superación de los contenidos, no se han alcanzado los objetivos esperados (Negrín y Medina, 2011). Por ello, se hace necesario el diseño de nuevos métodos educativos que permitan satisfacer las necesidades esperadas de nuestro sistema educativo y que combinen la enseñanza tradicional con aquellas metodologías que planteen la construcción de un conocimiento desde una perspectiva más activa y significativa, como el aprendizaje por proyectos.

El aprendizaje por proyectos surgió por primera vez en las escuelas de ingeniería y arquitectura a finales del siglo XIX. Su aparición en las escuelas públicas de educación elemental se remonta a las primeras décadas del siglo XX, habiendo superado diversas etapas de desuso hasta la actualidad (Knoll, 1997), donde su aplicación se encuentra a la vanguardia dadas las numerosas ventajas que ofrece y gracias a la aparición de las nuevas tecnologías que establecen una nueva dimensión para la realización de los mismos. Dicha metodología del proceso enseñanza-aprendizaje se encuentra centrada en la resolución de diversas tareas de aprendizaje por parte de un grupo y en la que se hace necesario realizar un proceso de negociación entre los distintos miembros para alcanzar un objetivo común, un proyecto final

que se debe presentar ante el resto de los compañeros. Según define Harwell (1997), el proyecto debe abordar una problemática aplicable al mundo real, más allá de la realidad de la clase, de modo que no sólo se asegure la adquisición de estos conocimientos desde un punto de vista teórico sino su aplicación a una situación práctica. Este proceso de negociación engloba el establecimiento del producto final que se quiere alcanzar, la investigación para poder diseñarlo y la gestión y planificación de las diversas actividades que se deben superar para conseguir que el resultado alcanzado sea satisfactorio (Rodríguez-Sandoval y Cortés-Rodríguez, 2009).

En la aplicación de esta metodología se hace necesario establecer diversas fases, importantes de realizar para alcanzar maximizar los beneficios de aprender por proyectos (Ambrosio y Hernández-Mosqueda, 2018).

- Formación de los equipos.
- Establecimiento de metas: los estudiantes ofrecerán un tema que les resulte desafiante y adecuado a la temática que el docente ofrece, definiendo qué aspectos van a abordar y definiendo la forma que le darán al proyecto final.
- Establecimiento de los roles en el grupo y creación de unas reglas.
- Análisis de saberes previos: recuperación de los conocimientos elaborados y adquiridos previamente y de aquellos de los que aún no se disponen para elaborar un plan que permita elaborar un proyecto completo.
- Gestión del conocimiento: los estudiantes recopilan la información pertinente y la tratan con el objetivo de elaborar lo que resulta la base del proyecto.
- Actuación: a partir de la información recopilada y de los conocimientos adquiridos, se resuelven los diversos problemas que se establecen necesarios para la realización del proyecto.
- Publicación de los resultados: dar a conocer el producto final generado y los resultados alcanzados ante el resto del alumnado y/o de la comunidad educativa mediante una exposición pública. En esta presentación deberá atenderse a la pregunta inicial que plantea el docente y que sirve como justificación del proyecto.
- Evaluación: no debe incluir únicamente el producto final sino todo el proceso de aprendizaje y de realización del mismo, valorando en cuenta si se han cumplido las funciones de los roles establecidos en la etapa de planificación del proyecto.





**Figura 3.** Esquema del aprendizaje por proyectos. Fuente: elaboración propia.

El no cumplimiento de este esquema puede provocar que una metodología enfocada hacia el aprendizaje significativo por medio del constructivismo para el alumnado no satisfaga los resultados deseados (Estrada-García, 2012). El aprendizaje por proyectos no es una metodología de aplicación reciente en el sistema educativo, sino que se usa desde hace muchos años. No obstante, históricamente ha sido habitual que el docente lo utilice como una estrategia para aliviar su carga de trabajo, delegando todo el trabajo para la realización del proyecto en los estudiantes y no contemplado su labor como guía para la consecución de unos resultados satisfactorios por parte del alumnado. Es fundamental el papel que adquiere el docente como guía para la realización de los proyectos en el alumnado.

De esta manera, el docente debe actuar como guía y orientador durante la práctica, planteando una pregunta abierta inicial a partir de la cual el alumnado debe diseñar el producto final que presentarán. Además, es necesario mantener un alto nivel de implicación por parte del docente, que será el encargado de aportar recursos adicionales a los estudiantes, valorando adecuadamente y realizando un seguimiento del avance de los proyectos y sugiriendo nuevas alternativas que faciliten la reflexión de los pupilos, con el objetivo de mejorar su capacidad crítica y analítica. Es también de alta importancia que el docente mantenga motivado a sus pupilos, pues esta metodología implica un aprendizaje activo, en la que son los individuos los que deben construir su propio conocimiento a partir de un problema inicial mediante la elaboración del proyecto. No conseguir esta motivación puede suponer el fracaso del proyecto, ante el desinterés que le puede causar no comprender qué aspectos debe abordar en la realización del mismo. La búsqueda de esta motivación debe estar implícita en la pregunta inicial que realice el docente, pues el problema acerca del cual se elabore un proyecto debe encontrarse en una realidad próxima a la del alumnado, de modo que resulte

atractivo para éste y se establezca una conexión. Por todo ello, es necesario plantear un cambio de paradigma en la mentalidad de los distintos integrantes de la comunidad educativa, pues esta metodología se encuentra en el extremo opuesto a la metodología tradicional con un elevado carácter expositivo y los docentes deben estar dispuestos a realizar una reflexión acerca de sus propias prácticas educativas. Por último, aunque esta metodología no sea de carácter plenamente innovador, la formación del docente para la realización de este tipo de proyectos puede traer numerosas ventajas al alumnado, pues constantemente aparecen herramientas TIC que pretenden conseguir una presentación de los resultados más atractiva.

Entre las numerosas ventajas que posee el aprendizaje por proyectos y en concreto, cuando se aplican en asignaturas de la rama científica, se encuentran:

- Efectuar conexiones entre los conocimientos teóricos de las materias de ciencias y sus aplicaciones prácticas para la sociedad.
- Adecuación de los estudiantes para su futura adaptación al mercado laboral, aprendiendo el trabajo multidisciplinar y los procesos de comunicación para la colaboración entre los distintos miembros del grupo.
- Generación de autonomía en el alumnado durante su proceso de aprendizaje, persiguiendo alcanzar un aprendizaje activo, profundo y significativo de los componentes. Si la implicación de los integrantes del grupo es adecuada, se conseguirá una mayor retención de los conocimientos.
- Mejora de las habilidades de resolución de problemas.
- Mejorar la autoestima y la motivación de los pupilos hacia las asignaturas de ciencias.
- Desarrollo de habilidades sociales y comunicativas, mediante la presentación de resultados por medio de comunicaciones orales. Es importante que el alumnado sepan transmitir a sus compañeros los conocimientos que ha adquirido mediante la elaboración de su proyecto.
- Desarrollo de las habilidades digitales en la búsqueda y el contraste de información de diversas fuentes con rigor científico y en la expresión de los resultados del producto final.
- Empleo de los procesos de autoevaluación y coevaluación entre el alumnado.

## 2.4. La metodología del aprendizaje cooperativo y su uso en la enseñanza de las ciencias.

Tal y como se menciona en el apartado anterior, el aprendizaje basado en proyectos requiere de una amplia coordinación entre los miembros del grupo para la obtención de un producto final. Sin embargo, hasta ahora no se ha prestado especial atención en las relaciones interpersonales entre los distintos miembros de los grupos (Rue, 1994). El aprendizaje cooperativo sienta las bases para una metodología en la que los estudiantes trabajen en equipo con el objetivo de alcanzar un objetivo común, que puede ejemplificarse en forma de un proyecto.

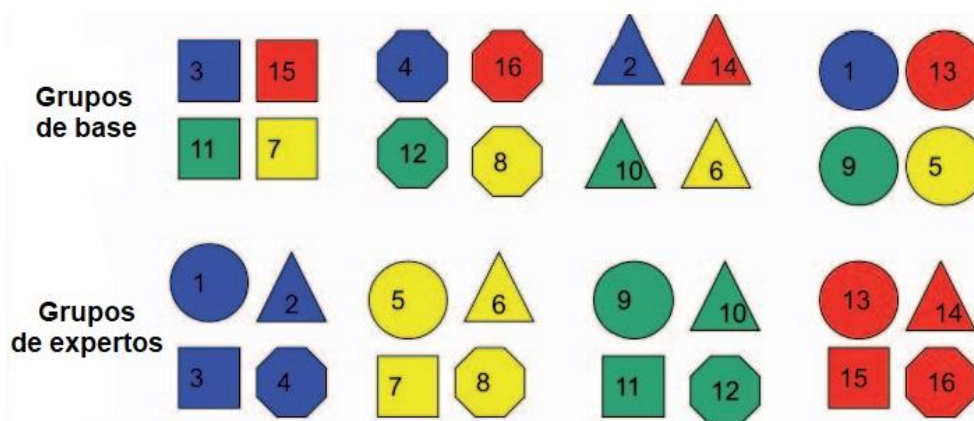
El aprendizaje cooperativo puede darse en grupos de diverso carácter: grupos informales, en los que se trabaja en períodos muy reducidos de tiempo que nunca superan una sesión; grupos formales, en los que se trabaja en el mismo grupo durante varias sesiones de clase y grupos de base, que funcionan a largo plazo en períodos que comprenden varios años. La formación de estos grupos debe ser lo más heterogénea posible, con estudiantes de diversos rendimientos y con diversas inquietudes con el fin de que la visión global que se construya a la hora de afrontar un proyecto sea lo más holística posible. Esta disposición de distintos puntos de vista favorecerá la producción de conflictos cognitivos, es decir, que enfrentará a los diversos miembros del grupo a conocimientos que no tienen interiorizados en su esquema de aprendizaje, favoreciendo así el proceso de aprendizaje.

Este propio autor (Rue, 1994) destaca cinco elementos básicos del aprendizaje cooperativo para su funcionamiento, que también son respaldados por la teoría de Slavin (1999):

- Interdependencia positiva: se basa en la generación de un espíritu y de una conciencia de grupo, con la que todos los miembros del mismo priorizan el éxito del colectivo, sabiendo que es fruto de la realización personal de las tareas. Se considera el aspecto clave del aprendizaje cooperativo, pues si esta interdependencia positiva no es existente, no es correcto hablar de una cooperación entre todos los miembros del grupo para alcanzar el éxito.
- La interacción entre los diversos integrantes del grupo debe realizarse cara a cara con el fin de promover la ayuda entre compañeros, más allá de que cada miembro realice sus tareas individuales. Se deben realizar explicaciones orales entre los integrantes del

grupo en relación a la resolución de problemas pertinentes del proyecto además de compartir los resultados y los recursos que se consiguen mediante el proceso de investigación con el fin de que sirvan de ayuda para el cumplimiento de los objetivos.

- Responsabilidad individual. Más allá de que el grupo debe ser consciente con la consecución de los objetivos, cada componente debe aportar para alcanzar el éxito común. Esto ocurre cuando cada uno de los individuos realiza aportaciones positivas y establece acciones de ayuda con los demás. Estas acciones deben conllevar valoraciones positivas siempre que hayan supuesto un apoyo para otro miembro.
- Habilidades de trabajo en equipo. Se prima establecer un compromiso más allá de la consecución de la tarea y del aprendizaje que se pretende alcanzar con la realización de la misma, mediante el compromiso con el resto de los integrantes del grupo, con los que se debe realizar un desarrollo de las habilidades sociales. Se potencian así valores como el liderazgo, la toma de decisiones, la confianza, la comunicación de los conocimientos y las habilidades para resolver conflictos.
- Reflexión sobre el trabajo en grupo. Se realiza una valoración general de cómo se alcanzan los objetivos y de las distintas relaciones entre los miembros del grupo. El grupo debe evaluar qué acciones están teniendo un impacto positivo en la consecución de los objetivos del grupo y qué aspectos de mejora pueden establecerse con el fin de cambiar o corregir aquellos aspectos que no se están desarrollando de forma adecuada. En esta línea, debe incorporarse dinámicas de evaluación individual, autoevaluación para la autonomía y el control del aprendizaje y valorar la participación que cada miembro como individuo ha tenido sobre el grupo y de coevaluación entre los miembros del grupo.



**Figura 4.** Esquema de la técnica de *Jigsaw*, extraído y traducido de Kousa (2015).

Varias de las formas que causan más interés en la comunidad para la aplicación del aprendizaje cooperativo son las de: *Jigsaw* o rompecabezas y la de investigación en grupos. La técnica de *Jigsaw* consiste en dividir el proyecto en tantas partes como miembros de los grupos haya, quedando así numerados cada uno de los miembros del grupo. De esta manera, cada uno de los miembros se considerará un experto en la materia que le haya tocado tratar. En reuniones con los expertos de otros grupos se conseguirá generar un contraste mayor de la información entre el alumnado, generando una visión aún más global y un aprendizaje basado en la cooperación entre un mayor número de miembros. Por otro lado, la técnica de investigación en grupos plantea temas acerca de los cuales se debe generar un proceso de investigación. Este proceso de investigación requerirá de unas fases muy parecidas a la del aprendizaje por proyectos, haciendo especial hincapié en las comunicaciones entre los distintos miembros, que deberán analizar y comunicar constantemente los distintos resultados y descubrimientos que surgen como fruto de la investigación. Al hilo de las técnicas mencionadas propias del aprendizaje cooperativo, la realización de debates favorece el desarrollo de las competencias sociales del alumnado. En este caso, aprovechándose la investigación que los estudiantes tendrán que realizar para la elaboración de su producto final, se propondrá un debate intermedio con el fin de trabajar estas competencias sociales y que permita generar una visión más holística sobre el asunto a tratar. Además, el uso de esta última técnica permite robustecer el pensamiento crítico, favoreciendo los procesos de intercambio de opiniones entre los integrantes de una clase. Para el desarrollo del debate, es necesario establecer los roles que los miembros de cada equipo asumirán en el mismo, así como diversos grupos que se adquieran una postura determinada ante el tema planteado. De esta manera, deben quedar claramente marcados los turnos de introducción/exposición inicial de las ideas y refutación, sin olvidar el turno final de conclusión, en el que debe hacerse un repaso de todo lo acontecido a lo largo de la actividad y elaborarse conclusiones finales. El presente Trabajo de Fin de Máster pretende defender la integración entre estas tres técnicas para la elaboración de proyectos relacionados con la Física y la Química como propuesta educativa innovadora.

Esta metodología presenta un número destacable de ventajas (Johnson et al., 1994):

- El estudiante es conocedor de sus propios logros y protagonista de su proceso de aprendizaje, implicando que se alcance una motivación de tipo intrínseca.

- Se mejoran las relaciones entre distintos miembros del grupo (intragrupales) y con distintos grupos (intergrupales), lo que promueve la educación en valores como la solidaridad y el compromiso entre compañeros y facilita la integración de todos los integrantes de la clase, permitiendo incluso la integración de estudiantes con dificultades en el proceso de aprendizaje.
- Creación de normas por parte del alumnado para buscar alcanzar los objetivos preestablecidos, lo que supone una mejora de la conducta del mismo en el aula y una mayor predisposición con la que afrontar la asignatura. Este hecho adquiere gran importancia cuando nos enfrentamos a asignaturas de ciencias, frente a las que los estudiantes presentan desmotivación y dificultades.
- Mejora de la autoestima mediante la resolución de problemas y la construcción de una identidad para afrontarlos.
- A nivel cognitivo, genera un razonamiento de mayor calidad y más profundo, potenciándose el carácter crítico, debido a la exposición mediante conflicto cognitivo de un problema y teniendo en cuenta la valoración de las distintas perspectivas que poseen los distintos miembros del grupo. El estudiante es protagonista de su propio proceso de aprendizaje, lo que le hace consciente de cómo se organiza internamente para la adquisición de nuevos conocimientos. Se favorece el aprendizaje significativo y la retención a largo plazo del conocimiento, así como la capacidad para poner en práctica estos conocimientos y aplicarlos a hechos de la vida cotidiana. Además, queda demostrado que el esfuerzo del alumnado al afrontar un proyecto en grupo genera una mayor motivación transformada en un mejor rendimiento académico y una mejora de la productividad.

No obstante, también debe prestarse especial atención a los inconvenientes que pueden generarse derivados del aprendizaje cooperativo (Maset et al., 2013). Estas dificultades están relacionadas con el cambio de paradigma necesario en la comunidad docente y que se mencionaba en el apartado 2.2. sobre el aprendizaje por problemas, pues requiere una gran preparación previa por parte del docente y una gran labor de supervisión del trabajo de los distintos grupos. Además, los estudiantes al encontrarse en grupo pueden sufrir distracciones y mostrar problemas de disciplina y comportamiento en el interior del aula, dificultando el proceso de aprendizaje del resto de miembros. Es por ello que la preparación previa por parte

del docente no debe estar únicamente enfocada a los contenidos teóricos del trabajo, sino que se debe haber enseñado previamente a trabajar de forma grupal y cooperativa con el fin de asegurar un correcto comportamiento de los miembros de los equipos. Las labores de supervisión por parte del docente durante las clases no debe ceñirse únicamente a las normas de comportamiento y a la realización de sugerencias y ofrecimientos de recursos que permita el enriquecimiento de los trabajos, sino que se debe vigilar que la distribución de las tareas ocurre de manera uniforme entre los distintos integrantes.

La aplicación de esta metodología en el aula no debe superar generalmente el 60-70% del tiempo total en el aula según indican Johnson et al. (1994), combinándose con otras metodologías más tradicionales como la expositiva y el modelo competitivo. Además, por parte del docente se requiere realizar una evaluación de mejora de la práctica docente, que irá evolucionando conforme se vaya integrando en la programación habitual de la asignatura. Además, tal y como se ha resaltado previamente, es necesario realizar un cambio en la conciencia de los docentes, para pasar de una labor meramente expositiva de los contenidos hacia un rol de mediador entre los contenidos y el alumnado, ofreciendo apoyo cuando sea necesario y ofreciendo herramientas alternativas que permitan y faciliten el aprendizaje del alumnado desde una perspectiva autónoma.

## 2.5. Proyectos de divulgación científica para el alumnado en la enseñanza de las ciencias.

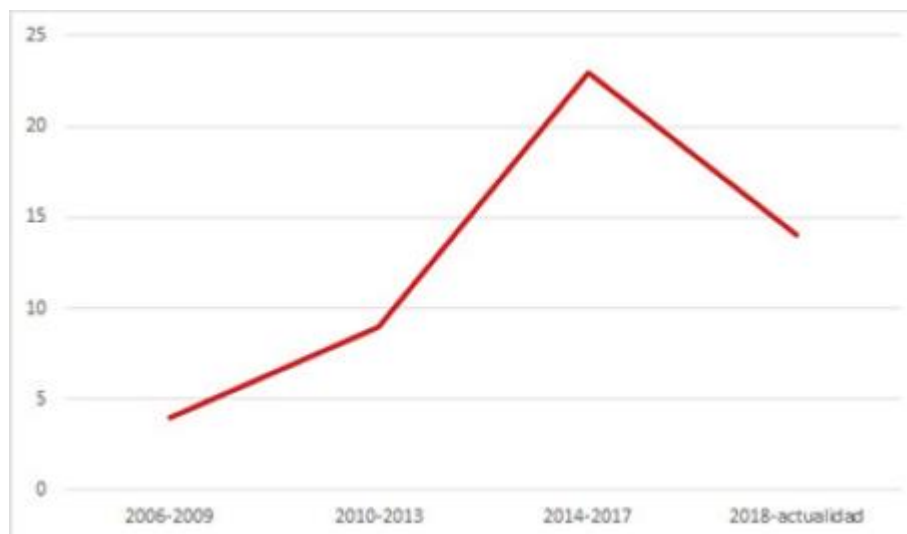
La divulgación científica es una acción que permite hacer accesible el conocimiento técnico científico más especializado a toda la población, aunque se encuentre en ausencia de conocimientos básicos sobre la misma. Este hecho adquiere una vital importancia pues ayuda a la comprensión de los fenómenos cotidianos, así como de analizar y elaborar un criterio propio cuando se analizan noticias de índole científica. Existen diversas formas de divulgar contenidos de forma accesible para el resto de la población, desde elaborando artículos hasta realizando recursos audiovisuales que dinamicen los contenidos que se pretenden mostrar al resto de la población. Vincular este proceso de divulgación con las metodologías expuestas previamente resulta un reto desafiante pero que puede generar una gran cantidad de efectos positivos (García, 2018).

Esta divulgación en el aula no resulta únicamente beneficiosa para el alumnado, sino que gracias a la utilización de diversas aplicaciones y plataformas online puede llevar el proceso de divulgación desde el aula hacia el exterior. La elaboración de un producto ejemplificado en forma de recurso audiovisual que trate la divulgación acerca de un tema determinado puede proceder de un proceso en el que se combinen las metodologías de aprendizaje por proyectos y aprendizaje cooperativo. De esta manera, no se logra que sea únicamente el alumnado quien se beneficie de un proceso de divulgación científica, sino que se pretende realizar una labor social creando contenido para su publicación en redes sociales de alto impacto (Twitter, YouTube). Este hecho hace que el alumnado se encuentre en contacto estrecho con los contenidos y que muestre un dominio extenso acerca de la temática a tratar en el proyecto de divulgación, así como ofrecérseles la oportunidad de mejorar sus habilidades comunicativas y creativas a la hora de presentar los contenidos de una manera sencilla y entendible para el conjunto de la población. La presentación del proyecto final que se plantea en la presente propuesta didáctica en forma de recurso audiovisual hace que se proponga un aprendizaje de carácter transdisciplinar y multicompetencial, en el que pueden evaluarse diversos aspectos relacionados con la expresión del alumnado y la gestión de la expresión corporal frente a una cámara y frente a un público virtual, en definitiva.

Aunque no se trate del propósito principal de esta propuesta, es necesario analizar el impacto que los vídeos de esta índole subidos a redes sociales pueden tener. En una sociedad en la que cada vez es más frecuente consumir vídeos y recursos en formato audiovisual por encima del contenido leído, los principales investigadores sostienen que es necesario ofrecer contenidos en el formato que habitualmente consume la sociedad (Zaragoza y Roca, 2020). Zaragoza y Roca (2020) realizan un estudio pormenorizado de los comunicadores científicos que se encuentran en YouTube y del impacto que estos canales tienen en la sociedad actual, habiendo sufrido un aumento en el consumo de los contenidos que se publican en los mismos. Esta red social se ha convertido en una de las más consumidas por la sociedad actual dada su transversalidad, junto a WhatsApp y cada vez es habitual encontrar con mayor frecuencia a divulgadores científicos en diversas áreas. Tal y como definen Muñoz-Morcillo et al. (2016), los divulgadores científicos en dicha red social generan contenidos para una amplia audiencia creando un canal de vídeos temáticos que se pueden consultar cuando se desee con un solo “clic”. Estos vídeos de divulgación científica se encuentran catalogados como “entretenimiento” por la mencionada plataforma, siguiendo muy de cerca otras etiquetas



ampliamente consultadas como “deporte” o “música” (Google, 2021). En este análisis realizado por los investigadores españoles, se escogen los canales más influyentes en español (tales como CdeCiencia, QuantumFracture, DotCSV, La gata de Schrödinger) y la manera de actuar de los mismos, determinando que todos ellos tienen un formato videoblog en la que el divulgador se sitúa frente a la cámara exponiendo los contenidos y ayudándose de recursos gráficos para complementar el discurso, el sistema de suscripciones al canal o el modo en el que tienen lugar las interacciones con la comunidad de usuarios propia del canal.



**Figura 5.** Canales de divulgación científica en español creados en YouTube por períodos, extraído de Zaragoza y Roca (2020).

Los resultados muestran que la mayoría de los canales fueron creados en un período que comprende los últimos 6-7 años, desde 2014, encontrándose en su período de apogeo hasta 2017. Como complemento, esta tendencia de creación exacerbada de canales sobre divulgación científica ocurrió unos años antes para aquellos canales en inglés. Aunque el “boom” parece haber pasado, se siguen creando un gran número de canales de divulgación científica al año, con buenos datos para todos ellos, lo que hace pensar en una nueva forma de comunicar los contenidos científicos a la sociedad usando la mencionada plataforma de visionado de vídeos. Además, analizando el perfil de los protagonistas de cada uno de estos canales, siempre encontramos a un comunicador joven generalmente graduado en alguna especialidad relacionada con alguna titulación científica o en periodismo científico, lo que denota el interés de las nuevas generaciones por esta modalidad de vídeos. Se concluye además que la temática de cada uno de estos canales varía consiguiendo cubrirse un espectro amplio pero en el que aún hay cabida para diversos recursos, haciéndose especial hincapié en

que no únicamente es importante el contenido a divulgar sino que esta nueva forma en la que se expresan los contenidos es la causante de un mayor interés por parte de la sociedad general a la hora de obtener conocimientos científicos.

### 3. Propuesta de intervención

Se muestra el desarrollo de la propuesta de intervención planteada en el Trabajo de Fin de Máster desarrollando cada una de las ocho sesiones planteadas basadas en el Aprendizaje por Proyectos y el aprendizaje cooperativo.

#### 3.1. Presentación y justificación de la propuesta

Tal y como se constata en los apartados anteriores pertenecientes al marco teórico, se concluye de la investigación realizada que las ventajas que suponen las metodologías de carácter activas son múltiples. En varios niveles de la enseñanza estas se han puesto en práctica con resultados satisfactorios obtenidos en cuanto a la solución de la problemática que supone la falta de motivación del alumnado al enfrentarse a las asignaturas de ciencias. Generar una motivación en el alumnado aumenta la predisposición del colectivo hacia la asignatura, favoreciendo que se genere un aprendizaje significativo, alejado de la mera repetición de contenidos propia del aprendizaje memorístico.

La presente propuesta establece una metodología basada en la elaboración de un proyecto de divulgación y comunicación científica, estrechamente vinculada con los métodos pertenecientes al Aprendizaje por Proyectos. Además, para el tratamiento del bloque teórico de la propuesta didáctica se incorporarán actividades pertenecientes a las metodologías de aprendizaje cooperativo, con el objetivo de establecer un entorno en el que el alumnado tenga que construir su propio aprendizaje. El debate, la realización de actividades en común y el planteamiento de retos en forma de casos prácticos o juegos de *scape room* a la hora de evaluar la siguiente unidad didáctica marcan el carácter innovador de la propuesta.

Si bien estas metodologías innovadoras empiezan a aparecer en muchos niveles de la enseñanza en España, es en Secundaria donde aún queda un largo camino por recorrer y donde los resultados ofrecidos por los diversos informes que evalúan el rendimiento de nuestros estudiantes señalan la existencia de carencias en la enseñanza de las asignaturas de la rama científica. Es por ello que se establece necesario el cambio en la mentalidad del docente y del alumnado que van a enfrentarse a la propuesta, siendo recomendable que esta metodología no sólo se plantee en una sola unidad didáctica a lo largo del curso y realizando una evaluación de la práctica docente de manera continua con la búsqueda de perfeccionar la propuesta aquí planteada de manera continua. De esta manera, se pretende conseguir que

la experiencia a la que se somete el alumnado sea tan fructífera como se desea, consiguiendo instaurar de facto un aprendizaje autónomo y activo en el que el rol que adquieran los estudiantes sea principal y protagonista.

Esta propuesta se encuadra en el bloque 3 “los cambios” de la asignatura de Física y Química para los estudiantes de 4º de ESO de la modalidad académica, destinados a cursar Bachillerato en su mayoría. Debido a la complejidad de la propuesta, en la que se evalúan habilidades relacionadas con la expresión corporal y oral frente a una cámara, más allá de la mera exposición clásica frente a unos compañeros, se ha optado por que esta propuesta tenga lugar en el último curso de la ESO. Del mismo modo, con el fin de crear un ambiente propicio y motivador para la enseñanza de las ciencias, se opta por este último curso en cuya finalización los estudiantes tienen la capacidad de orientar su futura mediante la elección de la modalidad de Bachillerato que van a cursar. De esta manera, se pretende eliminar el recelo existente en el alumnado frente a las asignaturas de ciencias en los cursos más avanzados (Bachillerato), convirtiéndolo así en algo dinámico y motivador. Además, la realización de los proyectos de divulgación servirán para establecer una relación entre los contenidos teóricos desarrollados en la unidad y la aplicación de los mismos en la vida real, mediante el análisis de problemas y situaciones múltiples que pueden derivarse del simple concepto de enlace químico (análisis de diversas estructuras de materiales cotidianos o de reacciones presentes en procesos industriales habituales). Dado el carácter motivador y que pretende acercar al alumnado a las asignaturas de ciencias, su aplicación puede adaptarse a cursos anteriores de la ESO realizando las adaptaciones correspondientes al nivel de destreza y expresión que se demandan, así como para Bachillerato, donde la excesiva orientación de los cursos hacia la preparación de las Pruebas de Evaluación para el Acceso a la Universidad hace pensar que su aplicación pueda verse más limitada o reducida en el tiempo, convirtiéndose en algo que los estudiantes consideren una “pérdida de tiempo”. Su aplicación en los cursos tempranos pretende también combatir esta mentalidad, favoreciendo que se origine un cambio de paradigma en el alumnado en cuanto al uso de metodologías innovadoras. Además, según se establece en el Anexo I del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establecen los objetivos de la Educación Secundaria Obligatoria:

“La enseñanza de la Física y la Química juega un papel central en el desarrollo intelectual de los alumnos y las alumnas, y comparte con el resto de las disciplinas la responsabilidad de

promover en ellos la adquisición de las competencias necesarias para que puedan integrarse en la sociedad de forma activa. Como disciplina científica, tiene el compromiso añadido de dotar al alumnado de herramientas específicas que le permitan afrontar el futuro con garantías, participando en el desarrollo económico y social al que está ligada la capacidad científica, tecnológica e innovadora de la propia sociedad. Para que estas expectativas se concreten, la enseñanza de esta materia debe incentivar un aprendizaje contextualizado que relacione los principios en vigor con la evolución histórica del conocimiento científico; que establezca la relación entre ciencia, tecnología y sociedad; que potencie la argumentación verbal, la capacidad de establecer relaciones cuantitativas y espaciales, así como la de resolver problemas con precisión y rigor.”

De esta manera, este proyecto permite trabajar de una manera multicompetencial la asignatura de Física y Química para 4º ESO, relacionando la ciencia con su impacto sobre la sociedad y realizando una contextualización del aprendizaje, vinculando aquellos contenidos teóricos enseñados con situaciones cotidianas presentes en la vida del alumnado.

Es necesario valorar entre las múltiples ventajas de este proyecto la posibilidad de que los estudiantes elaboren parte del vídeo fuera del horario lectivo. Este hecho, sumada a la presentación del proyecto final de grupo en forma de vídeo para YouTube, evita la pérdida de muchas horas en el aula con el objetivo de realizar la presentación de los resultados de los proyectos. De esta manera, las horas lectivas pueden dedicarse mayoritariamente al trabajo con las metodologías de aprendizaje por proyectos y aprendizaje cooperativo.

Debe por ello plantearse un contexto para la puesta en funcionamiento de la propuesta descrita, así como el marco legislativo y normativo necesario para que puedan realizarse y tratarse los contenidos deseados de manera adecuada. Para finalizar, es necesario diseñar herramientas adecuadas para la evaluación de la propuesta, pues dado su carácter innovador y la falta de registros de proyectos relacionados con esta metodología hacen pensar que no será hasta la puesta en práctica de la misma cuando se detecten muchos de los aspectos que permitirán diseñar modificaciones para originar una mejora significativa.

### 3.2. Contexto y destinatarios a los que se dirige la propuesta

El centro para el que se diseña esta propuesta es un Instituto de Enseñanza Secundaria (IES) de titularidad pública, encuadrado en una localidad del área metropolitana de Sevilla (Andalucía) con unos 22.000 habitantes. Esta localidad se encuentra debidamente comunicada con los municipios colindantes, lo que hace que en el centro se reúnan estudiantes de diversa procedencia. Además, las familias de los alumnos y alumnas del centro poseen una gran diversidad en cuanto al nivel socio-económico y de estudios que poseen, siendo habitual la presencia de estudiantes con diversas nacionalidades, siempre ofreciendo dominio del castellano. A pesar del carácter del centro descrito, la metodología puede desempeñarse en centros de titularidad pública, privada o concertada, siempre que se consideren adecuados los recursos que se hacen necesarios para la puesta en marcha de la misma.

El número de estudiantes del centro es medio-alto, poseyéndose unos 75-80 estudiantes por nivel hasta completar un estudiantado de unos 400 alumnos y alumnas en las etapas de ESO y Bachillerato. Además, el centro es conocido popularmente por la gran cantidad de recursos audiovisuales y gráficos de los que se dispone, lo que resulta lógico pues dispone de programas de Formación Profesional relacionados con las artes audiovisuales y las ciencias de la comunicación, así como con las artes plásticas. De esta manera, en el centro existe un aula audiovisual, equipada con cámaras, micrófonos, trípodes y focos, así como sets de grabación que son utilizados habitualmente por los alumnos y las alumnas de Formación Profesional para la realización de sus proyectos y a los que el resto del alumnado tiene acceso mediante un proceso de alquiler de los equipos realizado por medio del docente que los necesite. Además, en el aula se poseen diversos ordenadores con programas de edición fotográfica y de vídeo. En cuanto al resto de las aulas, se disponen de unos recursos TIC mínimos que facilitan la puesta en marcha de la propuesta detallada, disponiéndose de ordenador principal con conexión a internet y pizarra digital en cada una de las clases. Además, para todo el estudiantado del centro se ofrece un sistema de préstamo de equipos de tipo Chromebook de los que se puede dar uso en la biblioteca, así como en cada una de las aulas convencionales designadas para la docencia, siempre con la autorización pertinente del supervisor y requiriéndose la adecuación del código normativo (Reglamento de Régimen Interno) para la correcta utilización de los equipos. El reglamento además debe recoger el uso de los

dispositivos móviles, los cuales pueden ser utilizados en la presente propuesta. El centro además hace uso de una plataforma virtual utilizada generalmente por los profesores para la subida de recursos relacionados con las asignaturas y donde los estudiantes matriculados tienen acceso y oportunidad de intercambiar opiniones, así como de realizar entrega de sus trabajos. De la misma manera, existen un diverso número de aplicaciones vinculadas a esta plataforma de Google, tales como YouTube, que permiten compartir contenido en la red a cualquier usuario de la plataforma, incluyendo a los propios estudiantes, algo en lo que no han recibido formación y no poseen conocimientos previos de manera general. En cuanto a otros recursos de los que se dispone en el centro, se tiene un laboratorio de ciencias con un equipamiento muy limitado y en el que habitualmente se realizan algunas prácticas con materiales cotidianos por los profesores de Química, Física, Biología y otras asignaturas de ciencias, debido a la falta de recursos para la adquisición de reactivos químicos. Como se comenta anteriormente, el centro ofrece diversos programas de Formación Profesional especialmente relacionados con las artes plásticas y las ciencias de la comunicación, así como con el comercio, la publicidad y el marketing, pero en la oferta no existe ningún programa de formación avanzada de carácter científico o biosanitario. Entre los otros recursos de los que se disponen en el centro se encuentran el gimnasio, pista deportiva, un amplio patio con jardines y diversas zonas de esparcimiento, de los que no se hacen uso en la propuesta a detallar.

Por último, en el aula en el que se desarrollará la propuesta se tienen 20 estudiantes (9 alumnos y 11 alumnas), lo que permite trabajar con ellos de forma adecuada y ordenada. Además, en el aula se acostumbra a trabajar por proyectos mediante la división en grupos, mostrándose una buena actitud y predisposición hacia la asignatura por parte del alumnado. Además, los estudiantes han ofrecido un buen rendimiento en la asignatura hasta 4º ESO, dominando cuestiones de base, como el empleo de factores de conversión, que serán necesarios en la impartición de la propuesta. De esta manera, el agrupamiento para esta propuesta requerirá de la elaboración de equipos de carácter formal, que realizarán todo el proyecto desde su inicio hasta la terminación, así como informales, elaborados mediante técnicas de rompecabezas o *Jigsaw* y que se diseñarán con el objetivo de favorecer un intercambio de opiniones y recursos para alcanzar la elaboración de conclusiones más avanzadas en la propuesta. Por lo tanto, la agrupación ideal se propone como de cinco equipos

de cuatro miembros cada uno, habiendo variaciones que se especificarán para cada una de las sesiones planteadas, cuando tengan que formarse grupos informales o bien, se tenga que disponer al estudiantado de manera individual para la realización de cuestionarios o pruebas de evaluación. Por lo general, todos los estudiantes persiguen seguir con sus estudios de Química en Bachillerato, pues le es necesario para acceder a aquellas titulaciones universitarias que desean, aunque existen algunos estudiantes que se muestran dubitativos acerca de su futuro y que a pesar de tener la voluntad de estudiar una carrera de ciencias, poseen dificultades a la hora de tratar con la asignatura de Física y Química. Por lo general, no se disponen de estudiantes con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE), aunque varios presentan diversas dificultades en el aprendizaje de las asignaturas de ciencias y que requieren un ritmo de aprendizaje específico, para los cuales el docente debe personalizar y modificar la propuesta docente con el objetivo de conseguir una adecuada atención de estas necesidades y de un aprendizaje satisfactorio por parte de estos estudiantes.

### 3.3. Intervención en el aula

Se desarrolla a continuación la propuesta realizada con el objetivo de tratar el aprendizaje por proyectos y el aprendizaje cooperativo con el objetivo de generar un aprendizaje significativo en el alumnado, objetivo principal del presente trabajo.

#### 3.3.1. Objetivos

Los objetivos establecidos para esta propuesta se sitúan en consonancia con la legislación requerida para la elaboración de la programación didáctica de la asignatura de Física y Química en 4º ESO y por lo tanto, con el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, mencionado en el apartado 2.2. Específicamente, se recurre al mismo para el establecimiento de los objetivos generales de etapa (OG) para la Educación Secundaria Obligatoria relacionados con la propuesta, según se registra en el Artículo 11 del mencionado decreto (pág. 117). Por ello, aquel que se relaciona estrechamente con la asignatura de Física y Química para 4º ESO es el siguiente:

f) “Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.” **(OG1)**



Esto queda refrendado por el Decreto Autonómico 111/2016, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía. No obstante, y dado el carácter innovador y el recurso al uso de las TIC para la propuesta diseñada, también se puede considerar que el objetivo de etapa e) “Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación” **(OG2)** también se tratará. De la misma manera y basándose en la metodología utilizada se establecen los siguientes objetivos específicos (OE) que debe cumplir el alumnado durante la propuesta:

- a) Realizar de manera crítica y efectiva, mediante la aplicación del método científico, la búsqueda de información para la elaboración de los proyectos. **(OE1)**
- b) Desarrollar habilidades en el uso de las TIC. **(OE2)**
- c) Ofrecer una buena disposición y una actitud de compañerismo y empatía en el trabajo realizado en grupo. **(OE3)**
- d) Desempeñar adecuadamente la función asignada dentro del equipo, no delegando excesivamente las funciones en los compañeros y asumiendo la parte propia del trabajo. **(OE4)**
- e) Ser capaz de construir el conocimiento de manera autónoma, evaluando el propio proceso de aprendizaje por medio del uso de metodologías relacionadas con el aprendizaje por proyectos y el aprendizaje cooperativo. **(OE5)**
- f) Elaborar vídeos y presentaciones relacionadas con la materia de Física y Química. **(OE6)**
- g) Ofrecer una buena expresión oral y corporal, mostrando dominio de los contenidos tratados en el proyecto. **(OE7)**
- h) Realizar y dar a conocer la labor divulgativa de las ciencias, resaltando la importancia de la aplicación práctica de los contenidos teóricos tratados en cada unidad didáctica. **(OE8)**
- i) Participar activamente en el debate, con actitud de respeto y compañerismo. **(OE9)**
- j) Exponer los argumentos que permitan defender la postura determinada en el debate de forma ordenada. **(OE10)**

### 3.3.2. Competencias

La normativa aplicada para la Comunidad Autónoma de Andalucía establece que el currículo para Educación Secundaria Obligatoria venga determinado tanto por la Ley Orgánica 2/2006 (LOE), de 3 de mayo, de Educación, por la que se establece la ordenación general del sistema educativo en los niveles de enseñanza no universitaria en España, como por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE). Además, para la Comunidad Autónoma de Andalucía debemos tener en cuenta el Decreto 182/2020, de 10 de noviembre, por el que se modifica el Decreto 111/2016, de 14 de junio. Tanto en la LOE, como en la LOMCE como en el Decreto Autonómico mencionado se establece la necesidad de establecer el aprendizaje del alumnado como un proceso competencial. De esta manera, la metodología propuesta debe permitirse que el alumnado alcance las competencias básicas determinadas por la legislación en la 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. En el artículo 2 de esta orden se determinan las competencias clave del Sistema Educativo Español, que serán las siguientes y que quedan abreviadas tal y como se determina entre paréntesis.

- a) Competencia de comunicación lingüística (**CL**). Se evaluará de forma escrita y especialmente de forma oral, valorándose que las conclusiones que los estudiantes exponen en el trabajo final se encuentren construidas adecuadamente desde una perspectiva lingüística.
- b) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (**CMCT**). Es la competencia propia de la asignatura de Física y Química. Los estudiantes tendrán que interpretar el problema planteado y recopilar bibliografía acerca del mismo siguiendo un criterio científico.
- c) Competencia digital (**CD**). Se trabaja en la expresión de los resultados por parte de los estudiantes mediante el uso de las TIC, gracias a la elaboración de vídeos para un proyecto de divulgación científica a través de redes sociales como YouTube.
- d) Competencia de aprender a aprender (**AA**). Se potencia que el estudiante sea partícipe de su propio proceso de aprendizaje y planteando cuestionarios comparativos de inicio-final de la Unidad Didáctica que le permiten autoevaluar su aprendizaje.

- e) Competencias sociales y cívicas (**CSC**). Se trabaja especialmente gracias a la distribución por equipos en cada una de las actividades, favoreciendo los procesos de intercambio y consenso entre todos los integrantes de los grupos mediante la asignación de roles.
- f) Competencia del sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (**SIEE**). Se trabaja gracias a la asignación de roles dentro de cada uno de los grupos/equipos determinados para la elaboración del proyecto final de la Unidad Didáctica. Se valorará que la exposición de los contenidos sea atractiva para el público general, lo que permite evaluar la forma en la que el alumnado expresa y defiende sus ideas.
- g) Competencia de conciencia y expresiones culturales (**CEC**). La temática a tratar en cada uno de los proyectos que deben realizarse por grupos tiene una estrecha relación con el entorno en el que habitan los estudiantes, por lo que deben valorarse factores como el impacto económico, social o cultural que puedan tener esos procesos en su entorno.

Cada una de estas competencias queda descrita en el Anexo I de la Orden ECD/65/2015.

### 3.3.3. Contenidos

Los contenidos y su relación con las competencias para la Comunidad Autónoma de Andalucía vienen determinadas en el Decreto 111/2016, de 14 de junio, que postula lo siguiente: “el presente Decreto establece la ordenación y el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía, de conformidad con lo dispuesto en la mencionada Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, tras haber sido modificada por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, y en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. A tales efectos, el presente Decreto integra las normas de competencia autonómica con las de competencia estatal, a fin de proporcionar una expresión sistemática del régimen jurídico aplicable”. De esta manera, para establecer los contenidos de la asignatura de Física y Química de 4º ESO debemos acudir al Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, concretamente al Anexo I donde se analizan las materias del bloque de asignaturas troncales, apartado 11) donde se establece el currículo de las asignaturas de Física y Química para los distintos cursos de ESO. De esta manera, para el bloque 3 “Los cambios” (pág. 265) se establecen los siguientes contenidos para esta propuesta:

- 1) Reacciones y ecuaciones químicas. (**C1**)

- 2) Mecanismo, velocidad y energía de las reacciones. **(C2)**
- 3) Cálculos estequiométricos. **(C3)**
- 4) Reacciones de especial interés. **(C4)**

De acuerdo con el bloque 1 para Física y Química de 4º ESO “La actividad científica”, de carácter transversal, se tratan igualmente los siguientes contenidos: 1) la investigación científica **(C5)**, 2) tecnologías de la Información y Comunicación en el trabajo científico **(C6)** y 3) proyecto de investigación **(C7)**. También se determinan los siguientes criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables a tratar en la propuesta (Tabla 1).

**Tabla 1.** Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje tratados en la propuesta didáctica, según el Real Decreto 1105/2014

Criterios de evaluación (CE)	Estándares de aprendizaje evaluables (EE)
<p>Del bloque 3 “los cambios” del RD 1105/2014:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprender el mecanismo de una reacción química y deducir la ley de conservación de la masa a partir del concepto de la reorganización atómica que tiene lugar.</li> <li>2. Razonar cómo se altera la velocidad de una reacción al modificar alguno de los factores que influyen sobre la misma, utilizando el modelo cinético-molecular y la teoría de colisiones para justificar esta predicción.</li> <li>3. Interpretar ecuaciones termoquímicas y distinguir entre reacciones endotérmicas y exotérmicas.</li> <li>4. Realizar cálculos estequiométricos con reactivos puros suponiendo un rendimiento completo de la reacción, partiendo del ajuste de la ecuación química correspondiente.</li> <li>5. Valorar la importancia de las reacciones de síntesis, combustión y neutralización en procesos biológicos, aplicaciones cotidianas y en la industria, así como su repercusión medioambiental.</li> </ol> <p>Del bloque 1 “la actividad científica” del RD 1105/2014:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Interpreta reacciones químicas sencillas utilizando la teoría de colisiones y deduce la ley de conservación de la masa.</li> <li>2.1. Predice el efecto que sobre la velocidad de reacción tienen: la concentración de los reactivos, la temperatura, el grado de división de los reactivos sólidos y los catalizadores.</li> <li>2.2. Analiza el efecto de los distintos factores que afectan a la velocidad de una reacción química ya sea a través de experiencias de laboratorio o mediante aplicaciones virtuales interactivas en las que la manipulación de las distintas variables permita extraer conclusiones.</li> <li>3.1. Determina el carácter endotérmico o exotérmico de una reacción química analizando el signo del calor de reacción asociado.</li> <li>4.1. Interpreta los coeficientes de una ecuación química en términos de partículas, moles y, en el caso de reacciones entre gases, en términos de volúmenes.</li> <li>4.2. Resuelve problemas, realizando cálculos estequiométricos, con reactivos puros y suponiendo un</li> </ol>

6. Reconocer que la investigación en ciencia es una labor colectiva e interdisciplinar en constante evolución e influida por el contexto económico y político.	rendimiento completo de la reacción, tanto si los reactivos están en estado sólido como en disolución.
7. Elaborar y defender un proyecto de investigación, aplicando las TIC.	5.1. Justifica la importancia de las reacciones de combustión en la generación de electricidad en centrales térmicas, en la automoción y en la respiración celular.
	5.2. Interpreta casos concretos de reacciones de neutralización de importancia biológica e industrial.
	6.1. Argumenta con espíritu crítico el grado de rigor científico de un artículo o una noticia, analizando el método de trabajo e identificando las características del trabajo científico.
	7.1. Elabora y defiende un proyecto de investigación, sobre un tema de interés científico, utilizando las TIC.

A propósito de estos criterios de evaluación y estándares de aprendizaje determinados, se hará especial hincapié en el criterio 5. y sus estándares de aprendizaje correspondientes, estudiando casos de reacciones químicas que tengan lugar en la industria y en procesos biológicos en el entorno cotidiano de los estudiantes. Tomando esos ejemplos como base también se trabajarán los diversos criterios de evaluación, atendiendo a los términos teóricos que deben ir desarrollándose conforme avance la unidad didáctica, analizando el carácter de los procesos sobre los cuáles van a realizar una labor divulgativa.

#### 3.3.4. Metodología

Para la realización de la siguiente propuesta de intervención, se intercalarán sesiones que traten dos metodologías completamente diferentes como el Aprendizaje por Proyectos y el aprendizaje cooperativo.

El comienzo de la unidad didáctica empezará con un formulario previo en el que el docente tendrá la capacidad de conocer los conocimientos previos de su alumnado. Este mismo formulario podrán mantenerlo los estudiantes con el objetivo de realizarlo al término de la unidad didáctica, sirviendo al profesor como instrumento de evaluación de su propuesta didáctica, para conocer si se han alcanzado los objetivos marcados. Este instrumento de evaluación inicial será esencial para conocer el peso que tendrá la enseñanza tradicional en la

propuesta, para la cual no se pretende que se exceda el 30% del tiempo total dedicado a la impartición de la unidad didáctica.

La implementación de las distintas sesiones sigue la técnica habitual del Aprendizaje por Proyectos determinada en el apartado 2.3. De tal modo, el docente tendrá que llevar a cabo la creación de grupos formales y la asignación de roles consensuada con el alumnado con el fin de que elaboren un producto final en forma de vídeo que será publicado en redes sociales con el fin de realizar una labor divulgativa. De igual modo, el docente presentará una serie de temas iniciales relacionados con las reacciones en la química y el medio ambiente y posibles controversias derivadas de las mismas, acerca de las cuáles los estudiantes divididos en grupos formales tendrán que investigar. Con el objetivo de que la elaboración de las diversas propuestas audiovisuales sea tan completa como se desea, se incorporarán estrategias propias de una metodología de aprendizaje cooperativo en algunas sesiones, fomentando la formación de grupos informales mediante la técnica de rompecabezas o *Jigsaw* y creando expertos en diversas materias. El empleo de sesiones de este tipo permitirá generar un conocimiento más amplio y completo, al estar en contacto todo el alumnado con los diversos temas que tratan cada uno de los grupos y abriendo una oportunidad para el debate de aquellos temas controversiales que se introducen en la propuesta. El alumnado tendrá que seguir estas sesiones con investigación, que también debe tener lugar más allá del aula, para conseguir la presentación de los resultados en forma de vídeo definitivo. Será importante que el alumnado ofrezca dominio en los contenidos a tratar en cada uno de los vídeos, pues uno de los aspectos a evaluar será la expresión oral y corporal en la presentación de cada uno de los proyectos, en los que tendrán que intervenir los distintos miembros del grupo (por lo general, cada uno de los cuatro miembros que lo integren).

El tratamiento de reacciones químicas cotidianas y su posible impacto en forma de controversias sociales, económicas o medioambientales hacen que la propuesta posea un carácter propio del enfoque CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiental), lo que aumentará la motivación de los estudiantes para el aprendizaje de los contenidos de índole científica.

### 3.3.5. Cronograma y secuenciación de actividades

La presente unidad didáctica se compone de ocho sesiones de 55 minutos, que se extienden a lo largo de tres semanas de docencia. El docente debe valorar si la propuesta se ajusta al

ritmo de aprendizaje de sus pupilos, realizando alguna modificación en la duración en caso de ser necesario. De esta manera, la temporalización para cada una de las ocho sesiones queda determinada tal y como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 2.** Temporalización de la Unidad Didáctica

Semana	1			2			3	
Sesión	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Actividad</b>	Introducción a la unidad didáctica. Organización de los equipos y cuestionario evaluación inicial.	Bloque teórico y resolución de ejercicios. Búsqueda de información en grupos para la elaboración del proyecto.	Bloque teórico y resolución de ejercicios. Búsqueda de información en grupos para la elaboración del proyecto.	Trabajo cooperativo mediante técnica <i>Jigsaw</i> . Formación de grupos para el debate. Preparación del debate.	Trabajo cooperativo mediante técnica <i>Jigsaw</i> . Formación de grupos de expertos.	Sesión de debate.	Realización del cuestionario de evaluación inicio-final. Producción y grabación de los vídeos.	Fecha límite para la entrega de los proyectos de divulgación. Prueba escrita de evaluación.

Estas sesiones supondrán el inicio del bloque 3 de la asignatura “Los cambios”. Previamente, los estudiantes ya habrán recibido la Unidad Didáctica correspondiente al bloque “La materia”, también relacionada con el bloque de Química de la asignatura.

### 3.3.6. Recursos

Los recursos recomendables para el funcionamiento adecuado de la propuesta dependen de la sesión que se esté desarrollando y ha de tenerse en cuenta que es posible realizar modificaciones sobre la misma. Especialmente esto debe considerarse en la forma de tratar y expresar los contenidos tal y como se menciona en el apartado 5. en cuanto a prospectiva futura, adaptando la propuesta a la realidad del centro, siempre que se preserve su carácter

innovador por la presentación definitiva del proyecto en forma de vídeo. Por ello, se hace necesario:

- Disponer de pizarra digital o, en su defecto, de un ordenador y proyector, con el objetivo de que el docente comparta aquellos recursos iniciales a partir de los cuáles el alumnado debe desarrollar su proceso de investigación.
- Disponer de diversos dispositivos portátiles (ya sean tabletas electrónicas u ordenadores) que permitan el trabajo al alumnado en el propio aula y que empiecen allí su proceso de búsqueda de información de manera crítica, disponiendo en todo momento del apoyo del docente en el caso de que así lo requiriese.
- Disponer de una red digital en la que se encuentre registrada toda la comunidad educativa que rodea al centro, siendo necesaria principalmente la presencia de los estudiantes, que deberán conocer el funcionamiento de las distintas aplicaciones que tienen a su disposición, tales como YouTube y de los docentes, que deberán salvaguardar la identidad digital de su alumnado y velar por un buen uso de las tecnologías.
- Se hace recomendable que el centro disponga de equipamiento adecuado para la grabación de recursos audiovisuales, tales como cámaras, micrófonos, equipos de iluminación y software adecuado para la edición simple de vídeo. No obstante, el avance de los dispositivos móviles hace que el alumnado pueda grabar los vídeos desde cualquier dispositivo móvil y esto no sea algo estrictamente necesario, sino voluntario en función del aspecto que los estudiantes quieran otorgar a su proyecto.
- Disponer de espacios adecuados y habilitados en el aula para el trabajo en grupos reducidos del estudiantado, así como para la elaboración del ordenamiento necesario para llevar a cabo la técnica de rompecabezas.
- Disponer de espacios adecuados y habilitados en el aula para llevar a cabo sesiones de debate en las que el alumnado pueda generar una perspectiva más amplia acerca de las características que engloban a ciertas reacciones químicas, con el fin de generar recursos más completos.
- El docente deberá disponer de la formación adecuada para implementar proyectos de este carácter en el aula, mostrando dominio de las distintas aplicaciones que



plataformas como *Google for Education* le ofrece, así como algunas nociones básicas sobre el uso educativo de las redes sociales.

### 3.3.7. Sesiones de la propuesta didáctica

El presente Trabajo Fin de Máster se encuentra dividido en ocho sesiones, en los que se tiene como objetivo la presentación de un proyecto final en forma de vídeo de divulgación científica que será compartido a través de YouTube. No obstante, el desarrollo de la unidad didáctica planteada va más allá de la simple realización del vídeo, proponiéndose sesiones intermedias que permitan afianzar los contenidos teóricos en el estudiante, así como otras sesiones que favorezcan los procesos de comunicación entre los mismos, generando una lluvia de ideas de carácter global que favorezcan el pensamiento crítico y la reflexión, de cara a su posterior utilización en el vídeo. Estas sesiones intermedias tienen lugar empleando las técnicas de investigación por equipos, aprendizaje cooperativo mediante organización en rompecabezas o *Jigsaw* y debate. Asimismo, con el fin de valorar las ideas previas del alumnado, así como de realizar una posible evaluación del aprendizaje generado como fruto de la presente propuesta, se elabora un cuestionario de evaluación inicial-final del estudiante, en el que se comparan las ideas que los mismos presentaban al inicio de la propuesta didáctica con aquellas que han generado tras el desarrollo de la unidad. Este instrumento no sólo será útil para la evaluación del alumnado, sino que permitirá evaluar la propia práctica docente. De esta forma, la propuesta queda dividida en diferentes sesiones tal y como se detalla a continuación.

**Tabla 3.** Sesión 1 de la propuesta didáctica

Sesión 1	
Descripción:	En primer lugar, se describe al alumnado la unidad didáctica y cómo será la evaluación a la que se enfrentan tal y como se describe en el apartado 3.3.8. Posteriormente, se presenta el proyecto alrededor del cual girará toda la propuesta didáctica, se formarán los grupos de trabajo formales y se asignarán los roles que deben asumirse dentro del equipo, tal y como se indica en el Anexo III. Este documento de presentación del proyecto quedará recogido en la plataforma digital Google Classroom de la que dispone y habitualmente se usa en el centro. Para conocer las ideas previas de los estudiantes, se les somete a

	un cuestionario de ideas previas (Anexo I). Este cuestionario volverá a realizarse en la sesión 7 de la propuesta didáctica, con el objetivo de comparar resultados y evaluar el proceso de aprendizaje, así como servir de herramienta para la evaluación de la práctica docente. Finalmente, se empieza con el boletín de teoría de la propuesta didáctica y se realizan los ejercicios determinados, quedando algunos asignados como tarea (Anexo II).		
Recursos y espacios:	Aula habitual, pizarra digital o proyectores para la visualización de Anexos. Formularios del cuestionario de ideas previas (Anexo I) en papel.	Agrupaciones:	Trabajo individual.
Criterios de Evaluación:	CE1, CE7	Estándares de aprendizaje:	EE1.1, EE7.1
Competencias:	CMCT, CD, AA, CSC.	Observaciones:	Se opta por la realización del formulario de ideas previas en papel, aunque puede readaptarse y realizarse con Google Forms.

En la primera sesión, se considera de una gran relevancia el proceso de informar al alumnado de cómo tendrá lugar la práctica docente y cómo serán evaluados. Dado el carácter innovador de la propuesta, tanto el proyecto, como la aplicación de las otras herramientas que serán utilizadas para la evaluación del aprendizaje deben ser adecuadamente explicadas. Además, la realización de un cuestionario de ideas previas (Anexo I) permitirá al docente conocer la realidad que encuentra en el aula, pudiendo adaptar esta propuesta didáctica a los distintos ritmos de aprendizaje que encuentre.

**Tabla 4.** Sesión 2 de la propuesta didáctica

Sesión 2			
Descripción:	Debe tenerse en cuenta la organización de los equipos realizada en la primera actividad. Para su realización, el docente habrá recogido los equipos portátiles disponibles en el centro (Chromebook). En primer lugar, la segunda sesión de la propuesta didáctica dedicará los 25 minutos iniciales al tratamiento del bloque teórico de la propuesta didáctica y a la resolución de ejercicios (Anexo II). Los 30 minutos restantes se dedicarán al trabajo de investigación en grupos con el objetivo de elaborar el proyecto, para los cuales el alumnado se dispondrá agrupado en los cinco grupos que realizarán el proyecto y con ayuda de dispositivos Chromebook buscarán información.		
Recursos y espacios:	Aula habitual, pizarra digital y proyectores para la visualización de Anexos. Boletín de ejercicios del Anexo II y dispositivos Chromebook.	Agrupaciones:	Trabajo individual, para la primera parte de la sesión.  Agrupación en cinco grupos heterogéneos de 4 alumnos/as, para la segunda parte de la sesión.
Criterios de Evaluación:	CE1, CE2, CE3, CE4, CE6, CE7	Estándares de aprendizaje:	EE1.1, EE2.1, EE2.2, EE3.1, EE4.1, EE4.2, EE6.1, EE7.1
Competencias:	CMCT, CD, CSC, SIEE, CEC	Observaciones:	Posible uso de dispositivos móviles personales del alumnado ante la falta de disponibilidad de Chromebooks para reserva.

En la segunda parte de la sesión, el alumnado trabajará con los equipos portátiles reservados por el docente de tipo Chromebook. Estos dispositivos pueden ser sustituidos por otro tipo de dispositivo electrónico de carácter móvil (portátiles, tablets) e incluso se puede facilitar al estudiante el acceso a los dispositivos móviles personales para la búsqueda de información,

lo que requerirá de la existencia de un adecuado código en el Reglamento de Régimen Interno del Centro que regule el uso de estos dispositivos en el centro.

**Tabla 5.** Sesión 3 de la propuesta didáctica

<b>Sesión 3</b>			
Descripción:	Debe tenerse en cuenta la organización de los equipos realizada en la primera actividad. Para su realización, el docente habrá recogido los equipos portátiles disponibles en el centro (Chromebook). En primer lugar, la segunda sesión de la propuesta didáctica dedicará los 25 minutos iniciales al tratamiento del bloque teórico de la propuesta didáctica y a la resolución de ejercicios (Anexo II). Los 30 minutos restantes se dedicarán al trabajo de investigación en grupos con el objetivo de elaborar el proyecto, para los cuales el alumnado se dispondrá agrupado en los cinco grupos que realizarán el proyecto y con ayuda de dispositivos Chromebook buscarán información.		
Recursos y espacios:	Aula habitual, pizarra digital y proyectores para la visualización de Anexos. Boletín de ejercicios del Anexo II y dispositivos Chromebook.	Agrupaciones:	Trabajo individual, para la primera parte de la sesión.  Agrupación en cinco grupos heterogéneos de 4 alumnos/as, para la segunda parte de la sesión.
Criterios de Evaluación:	CE1, CE2, CE3, CE4, CE5, CE6, CE7	Estándares de aprendizaje:	EE1.1, EE2.1, EE2.2, EE3.1, EE4.1, EE4.2, EE5.1, EE5.2, EE6.1, EE7.1
Competencias:	CMCT, CD, CSC, SIEE, CEC	Observaciones:	Posible uso de móviles personales ante la falta de disponibilidad de Chromebooks para reserva.

La tercera sesión de la propuesta didáctica se realizará siguiendo el guion utilizado para la segunda sesión. Los primeros 25 minutos de la sesión se dedicarán a la resolución de ejercicios y al boletín de teoría de la unidad didáctica, mientras que durante la segunda parte de la sesión los estudiantes podrán buscar información para la elaboración de su proyecto. Los ejercicios del boletín son elegidos por el docente en función del ritmo de aprendizaje y de las dificultades que presenten sus estudiantes.

**Tabla 6.** Sesión 4 de la propuesta didáctica.

Sesión 4			
Descripción:	Utilizando el Anexo V de la propuesta didáctica, el docente ordenará el debate que tendrá lugar en la sesión 6. Para ello, el docente deberá dividir al alumnado en dos grupos de 10 estudiantes (dos miembros de cada grupo de los cinco en los que ha sido dividida la clase se situarán a favor del tema determinado y otros dos en contra). Empleando la técnica de rompecabezas se formarán cuatro grupos (dos grupos a favor y dos grupos en contra) de cinco alumnos/as que empezarán con la preparación del contenido del debate. Para esta investigación, el docente habrá recogido los equipos portátiles disponibles en el centro (Chromebook).		
Recursos y espacios:	Aula habitual, pizarra digital y proyectores para la visualización de Anexos. Anexo V para la preparación del debate y dispositivos Chromebook.	Agrupaciones:	Grupos heterogéneos de cinco alumnos/as según técnica <i>Jigsaw</i> .
Criterios de Evaluación:	CE5, CE6	Estándares de aprendizaje:	EE5.1, EE6.2
Competencias:	CMCT, CL, CSC, SIEE, CEC	Observaciones:	Se puede permitir el uso de dispositivos móviles para la búsqueda de información para el debate.

La disposición mediante la técnica *Jigsaw* para preparar los contenidos del debate permiten establecer nuevos nexos de comunicación entre el alumnado. Para la preparación de los argumentos que se utilizarán en el debate, los estudiantes podrán utilizar como ejemplos los casos que están realizando en los proyectos de divulgación científica. Además, permitiendo el uso de los dispositivos móviles, el alumnado podrá buscar nueva información sobre el tema a debatir. Asimismo, la idea principal es la de favorecer los procesos de comunicación, poniendo en común aquellos aspectos de cada uno de los proyectos que ayuden a defender la posición marcada para el debate, apoyándose en ejemplos reales. De esta manera, el debate también tiene como objetivo el afianzamiento de contenidos e ideas para la posterior realización del proyecto en forma de vídeo divulgativo.

**Tabla 7.** Sesión 5 de la propuesta didáctica

Sesión 5			
Descripción:	Al realizar los grupos de los proyectos y más allá de los roles habituales de un trabajo de investigación por grupos (coordinador, portavoz, moderador, etc.) se fijarán roles de experto en las distintas áreas del proyecto que deberán cubrir, según se describe en el Anexo III. De esta manera, gracias a la técnica de rompecabezas o <i>Jigsaw</i> , será posible realizar grupos de expertos en distintas áreas (área de expertos químicos y área de expertos medioambientales). Durante la sesión, los estudiantes se disponen formando grupos de experto, quedando formado cada uno de ellos (dos grupos de expertos químicos y dos grupos de expertos medioambientales) por cinco integrantes (un representante químico o medioambiental de cada grupo). Los miembros de los distintos grupos pondrán en común los distintos aspectos de su proyecto.		
Recursos y espacios:	Aula habitual. Anexo III.	Agrupaciones:	4 grupos de cinco expertos formados según técnica <i>Jigsaw</i> .
Criterios de Evaluación:	CE5, CE6	Estándares de aprendizaje:	EE5.1, EE6.1, EE6.2

Competencias:	CMCT, CSC, SIEE, CEC	Observaciones:	El docente facilita un documento para recoger datos de interés de los proyectos ajenos.
---------------	----------------------	----------------	---

La elaboración de grupos de expertos mediante la técnica *Jigsaw* permitirá que los estudiantes pongan en común aquellos aspectos de sus proyectos que presenten semejanzas, lo que les permitirá generar una visión más completa sobre la realidad del tema que analizan y sobre el cual realizan el proyecto de divulgación mediante un vídeo. Además, puesto que no se realizará una presentación ante el resto de la clase de cada uno de los proyectos, estas sesiones permiten al estudiante conocer acerca de los trabajos que los otros grupos de estudiantes van realizando.

**Tabla 8.** Sesión 6 de la propuesta didáctica

Sesión 6	
Descripción:	<p>Se divide a la clase en los dos grupos formados en la sesión 4, uno a favor y otro en contra y se debate en torno a la propuesta facilitada en el Anexo V. El debate será moderado por el docente y seguirá los turnos indicados a continuación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Turno de exposición (a favor).</li> <li>- Turno de exposición (en contra).</li> <li>- Turno de refutación 1 (a favor).</li> <li>- Turno de refutación 1 (en contra).</li> <li>- Turno de refutación 2 (a favor).</li> <li>- Turno de refutación 2 (en contra).</li> <li>- Turno de refutación 3 (a favor).</li> <li>- Turno de refutación 3 (en contra).</li> <li>- Turno de conclusión (a favor).</li> <li>- Turno de conclusión (en contra).</li> </ul> <p>Cada uno de los turnos tendrá la participación de dos integrantes de cada uno de los equipos y tendrá una duración de 4 minutos. Los participantes en ese momento en el debate Cada uno de los cinco turnos quedarán organizados en la</p>

	sesión 4, donde los integrantes negociarán para escoger el turno en el que participarán, con el objetivo de realizar una preparación adecuada del debate. Durante cada uno de los turnos, los integrantes del equipo contrario pertenecientes al turno anterior podrán intervenir, manteniendo una actitud de respeto hacia los ponentes.		
Recursos y espacios:	Zona del aula habitual para la realización de debates (graderío).	Agrupaciones:	Grupos de 10 alumnos/as ordenados en graderío. Intervención en el debate por parejas.
Criterios de Evaluación:	CE6	Estándares de aprendizaje:	EE6.1
Competencias:	CMCT, CL, CSC, SIEE	Observaciones:	En el caso de que el aula habitual no tenga un espacio acondicionado para la realización de debates, puede acudir al salón de actos del centro. Pueden buscarse moderados entre los estudiantes.

El debate está diseñado y propuesto como actividad de enriquecimiento de la actividad principal de la propuesta didáctica que es la realización del vídeo divulgativo. Con esta actividad, se ponen fin a los procesos de intercambio de información entre los grupos que han tenido lugar mediante las técnicas *Jigsaw* y el debate, consiguiéndose generar una visión holística sobre la influencia y el impacto de las reacciones químicas en la industria y el medioambiente.



**Tabla 9.** Sesión 7 de la propuesta didáctica

<b>Sesión 7</b>			
Descripción:	<p>Durante esta sesión, los estudiantes se dividirán en los grupos que se designaron en la primera sesión para la realización del proyecto y empezarán la culminación del mismo con la grabación del vídeo final para su posterior subida a YouTube. Para ello, podrán disponer de los distintos recursos que les ofrece el centro, pudiendo trabajar en la finalización del vídeo en casa. Se expondrá en común para el alumnado el Anexo IV con las instrucciones para la subida de los vídeos a la plataforma YouTube.</p> <p>Además, durante los primeros 15 minutos de la sesión, los estudiantes deberán rellenar el formulario del Anexo I con una nueva respuesta, con el objetivo de comparar la evolución en los conocimientos adquiridos durante el proceso de aprendizaje.</p>		
Recursos y espacios:	Aula habitual de clase. Pizarra digital y proyectores. Aula audiovisual del centro. Cámaras, micrófonos, equipos para grabación y edición del vídeo.	Agrupaciones:	Cinco grupos heterogéneos de cuatro miembros.
Criterios de Evaluación:	CE5, CE7	Estándares de aprendizaje:	EE5.1, EE7.1
Competencias:	CMCT, CL, CD, CEC, SIEE, AA	Observaciones:	Los vídeos pueden ser grabados con dispositivos móviles cuando no haya disponibilidad de los recursos audiovisuales del centro.

En primer lugar, rellenar el cuestionario de ideas iniciales-finales permitirá conocer al alumnado la evolución de su proceso de aprendizaje y los conocimientos que ha adquirido y afianzado gracias a la impartición de esta propuesta. Además, servirá como herramienta de evaluación de la práctica para el docente. La culminación de los vídeos podrá tener lugar fuera

del aula, teniendo que ser subidos como fecha límite antes de la realización del examen. Por ello, es ideal que esta sesión se programe con unos días de antelación al examen con el objetivo de permitir al alumnado su preparación y entrega fuera del aula. Los estudiantes deben aprovechar esta sesión para consultar al docente aquellas dudas sobre la exposición que deben realizar en un vídeo, así como para revisar el discurso que pronunciarán durante el vídeo de divulgación científica. La realización de estas presentaciones de divulgación científica mediante el uso de YouTube no sólo permite acercar la ciencia y los trabajos realizados a un mayor número de espectadores, sino que permite optimizar el tiempo de trabajo en el aula, no teniendo que ser ninguna sesión utilizada para la exposición final de los proyectos.

**Tabla 10.** Sesión 8 de la propuesta didáctica

Sesión 8			
Descripción:	En la última sesión de la unidad didáctica propuesta se realizará la prueba escrita final de la unidad. Esta prueba escrita se desarrollará por equipos formados de la misma manera en la que se realizaron los proyectos de divulgación científica. Los estudiantes se dispondrán en grupos y resolverán el examen del Anexo VI que dispone ciertos elementos de gamificación, al desbloquearse las preguntas con la ayuda de las respuestas de las preguntas anteriores. Los estudiantes serán evaluados tal y como se detalla en el apartado 3.3.8, no habiendo suspensos.		
Recursos y espacios:	Aula habitual de clase.	Agrupaciones:	Grupos heterogéneos de cuatro miembros.
Criterios de Evaluación:	CE1, CE2, CE3, CE4	Estándares de aprendizaje:	EE1.1, EE2.1, EE2.2, EE3.1, EE4.1, EE4.2
Competencias:	CMCT, CL, AA, CSC	Observaciones:	-

La prueba final de la unidad didáctica permite culminar el proceso de evaluación de los estudiantes mediante la realización de la prueba escrita por equipos. Los distintos equipos deberán ir resolviendo y desbloqueando las distintas preguntas de la prueba, siendo evaluados con una puntuación del 10 al 6 según el orden en el que vayan finalizando la prueba.

Esta prueba además contiene como característica el hecho de que las preguntas se desbloqueen con las respuestas anteriores que vayan obteniendo los estudiantes, lo que provoca que se asuma un rol activo durante el transcurso de la misma y se trabaje el pensamiento crítico con el objetivo de conseguir desbloquear todas las preguntas y apartados del examen.

### 3.3.8. Evaluación

La evaluación de los estudiantes tendrá lugar conforme a la legislación referida con anterioridad y a los respectivos criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables. Para la recogida de los datos que permitirán evaluar al alumnado, se emplean rúbricas y escalas de valoración, así como la prueba escrita final de la unidad didáctica. La nota final de los estudiantes será calculada sumando: **1)** la nota de la prueba final escrita ponderada al 45%, **2)** la puntuación de la actividad final, englobando el proceso de construcción y desarrollo de la misma ponderada al 45% y **3)** la actitud y predisposición del estudiante hacia el aprendizaje mediante la aplicación de esta propuesta didáctica ponderada al 10%. Además, el grupo cuyo vídeo posea un mayor número de visualizaciones en un plazo de dos semanas desde su publicación tendrá **+1 punto** en la nota final correspondiente a la unidad didáctica, como recompensa a la labor divulgativa realizada y con el objetivo de aumentar el interés y la motivación de los estudiantes por medio de la competitividad.

**Tabla 11.** Porcentajes para la calificación de los estudiantes

	Porcentaje	Observaciones
<b>Prueba escrita por grupos</b>	<b>45%</b>	Notas del 10 al 6 según orden de terminación de la prueba escrita por cada uno de los grupos
<b>Evaluación continua de la actividad</b>	<b>45%</b>	Evaluado a través de: - <b>50%</b> rúbrica para el proyecto final.

- **30%** escala de valoración para la evaluación del desarrollo del proyecto.
- **20%** cuestionario de coevaluación entre compañeros.

**Actitud y predisposición  
hacia la propuesta**

**10%**

Se valora la actitud de cooperación entre los miembros de los equipos y el interés hacia el proyecto.

**+ 1 punto** para los estudiantes del grupo cuyo vídeo posea un mayor número de visualizaciones en YouTube

Se engloban de esta manera diversos aspectos para la evaluación de la actividad. En primer lugar, se realiza un proceso de autoevaluación para conocer las ideas previas del estudiante mediante un formulario. No obstante, ese proceso no influye en la calificación final de la unidad didáctica. Durante el desarrollo del proyecto se evalúa de forma continua al alumnado, así como se realiza una coevaluación entre los integrantes de cada uno de los grupos que elaboran el proyecto. Por último, la realización de una prueba final escrita supone también un factor importante en la calificación final de la unidad didáctica. Para la evaluación continua del proyecto es necesaria la elaboración de una rúbrica, una escala de valoración y un formulario de coevaluación que se muestran a continuación.

**Tabla 12.** Rúbrica para la evaluación del proyecto presentado por el alumnado

	<b>Nivel 1 (suspense)</b>	<b>Nivel 2 (aprobado)</b>	<b>Nivel 3 (notable)</b>	<b>Nivel 4 (sobresaliente)</b>	<b>Punt. Máx. (nivel 4)</b>
Se expresa con fluidez y confianza en la presentación oral en vídeo <b>(12,5%)</b>	No muestra fluidez en la comunicación oral.	Se muestra ligera fluidez en la comunicación oral, existiendo pausas en el discurso.	Se muestra fluidez en la comunicación oral, aunque se ofrecen muestras de duda en la expresión corporal.	Se muestra fluidez en la comunicación oral, sin pausas y dominando la expresión corporal.	<b>1,25</b>
Aporta información complementaria al contenido de base del proyecto <b>(12,5%)</b>	No se aporta información complementaria a la ofrecida por el docente.	Se aporta información complementaria sin relación con el caso tratado.	Aporta información complementaria relacionada con el caso tratado, sin encontrarse muy completa.	Aporta información complementaria relacionada con el caso tratado, perfectamente detallada y contrastada.	<b>1,25</b>
Domina los contenidos que se tratan en el proyecto <b>(12,5%)</b>	No domina los contenidos tratados en el proyecto.	Expone los temas tratados en el proyecto con dudas e incorrecciones.	Expone los temas tratados en el proyecto con escasas dudas.	Expone los temas tratados en el proyecto con dominio de la expresión corporal, convencimiento y no ofreciendo ningún error.	<b>1,25</b>

Realiza un uso adecuado de las TIC <b>(12,5%)</b>	Muestra dificultades en el empleo de las TIC.	Maneja adecuadamente las TIC, cometiendo algunos errores en el funcionamiento.	Maneja adecuadamente las TIC.	Maneja adecuadamente las TIC, explorando todas las posibilidades y funciones ofrecidas por los recursos de carácter digital y maximizando su rendimiento para elaborar el proyecto	<b>1,25</b>
--	---	--	-------------------------------	--	-------------

Establecer un proceso de evaluación mediante rúbricas que se hacen públicas para el alumnado ofrece al mismo una mejor concepción de aquello que debe realizar para alcanzar los objetivos marcados por el docente y obtener un mejor desempeño. De esta manera, el docente hace saber a su alumnado el nivel esperado a la conclusión de la propuesta didáctica, ofreciendo una plena transparencia durante el proceso de evaluación.

**Tabla 13.** Escala de valoración para el proceso de elaboración del proyecto

	1	2	3	4	5
El estudiante ha participado activamente en el debate, argumentando con claridad las ideas expuestas <b>(5%)</b>					
El estudiante ha trabajado activamente y con una actitud de respeto en las sesiones de rompecabezas <b>(5%)</b>					
El estudiante ha propuesto nuevas ideas para la elaboración del proyecto <b>(5%)</b>					

El estudiante se ha mostrado motivado ante la propuesta (5%)					
El estudiante ha conseguido establecer un vínculo entre la teoría y el caso práctico asignado en el proyecto (5%)					
El estudiante ha sido consciente y protagonista de su propio proceso de aprendizaje (5%)					

Con el objetivo de realizar una evaluación significativa y justa, no sólo debe evaluarse el producto final ofrecido en forma del vídeo, sino que debe valorarse todo el trabajo realizado hasta la generación del producto final demandado en forma de vídeo. Para ello, se utiliza la escala de valoración. Además, es importante incluir una herramienta para la coevaluación como la apreciada en la Tabla 14, pues este proceso favorece los procesos de aprendizaje colaborativo y hace consciente al alumnado de cómo ocurre un proceso de evaluación, además de aumentar la responsabilidad y el compromiso con el resto de miembros del grupo.

**Tabla 14.** Tabla para la coevaluación del alumnado

Nombre del miembro evaluador	Nombre del miembro evaluado 1		Nombre del miembro evaluado 2		Nombre del miembro evaluado 3	
Ha desarrollado la parte del trabajo que le correspondía	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO
Ha mostrado una actitud de respeto hacia todo el grupo	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO
Ha propuesto ideas innovadoras para la realización del proyecto	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO

Ha extraído información adicional de las sesiones con técnica rompecabezas	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO
Ha colaborado activamente en la producción del vídeo	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO
Ha ayudado al grupo ante la aparición de contratiempos	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO
<b>Puntuación final (20%):</b>						

### 3.4. Evaluación de la propuesta

La presente propuesta didáctica se encuentra caracterizada por un notable carácter innovador, por lo que es necesario realizar una evaluación por parte del docente que permita establecer qué aspectos de la práctica pueden ofrecer una opción para la mejora. Para ello, es necesario diseñar una serie de instrumentos que permitan realizar esta evaluación. Es interesante que este proceso pueda realizarse desde distintos puntos de vista, por lo que se diseñarán diversas escalas de valoración. Por una parte, el propio docente será el que puntuará y valorará su propia práctica, mientras que por otra parte, el alumnado será el que evalúe la propuesta didáctica que han experimentado y si han alcanzado los objetivos para los que fue diseñada.

La valoración de la práctica se realizará con una escala de valoración del 1 al 5 (significando el 1 “muy en desacuerdo”, el 2 “en desacuerdo”, el 3 “neutral”, el 4 “algo de acuerdo” y el 5 “muy de acuerdo”), tanto para el docente como para el alumnado, con lo que servirá para valorar el grado de cumplimiento de los distintos objetivos determinados.



**Tabla 15.** Escala de valoración de la práctica docente

	1	2	3	4	5
La metodología se ajustaba al nivel de los estudiantes					
Se cumplieron los tiempos establecidos en la propuesta, no existiendo desfase entre lo real y lo programado					
Los estudiantes entendieron la propuesta didáctica					
Las innovaciones suponen una mejora significativa en el rendimiento de los estudiantes					
Los estudiantes emprendieron un proceso de aprendizaje activo gracias a la propuesta					
Los estudiantes mostraron una evolución en su competencia lingüística, en su dimensión oral					
Los estudiantes ofrecieron dominio de las TIC empleadas					
Los estudiantes trabajaron adecuadamente en equipo					
Los estudiantes fueron conscientes de su proceso de aprendizaje, sabiendo detectar qué acciones supondrían la mejora					
Las sesiones con técnicas de rompecabezas o <i>Jigsaw</i> generaron una visión holística de los distintos proyectos					
El debate ayudó al desarrollo de los proyectos asignados					
El debate transcurrió con orden y respeto, aportando conclusiones significativas para la elaboración de los proyectos					
Los estudiantes se mostraron motivados					

Además de mediante estas escalas de valoración, hay que recordar que los resultados del alumnado, así como la evaluación presentada en el cuestionario de inicio-final de la propuesta didáctica permiten evaluar el aprendizaje adquirido por cada uno de los estudiantes, por lo que también pueden utilizarse como instrumentos para evaluar la propuesta didáctica presentada.

**Tabla 16.** Encuesta de satisfacción para el alumnado

	1	2	3	4	5
He seguido sin problema las distintas sesiones de la propuesta					
Las explicaciones de mi docente fueron claras					
Prefiero esta forma de trabajar en clase a otras más tradicionales					
He experimentado un mayor interés por la asignatura con la realización de este proyecto					
Compartir conocimientos con mis compañeros/as me ha ayudado a la elaboración del proyecto					
He mejorado en mis habilidades expositivas, tanto en el debate como en la realización del vídeo					
He sido consciente de cómo han evolucionado mis conocimientos					
He conseguido establecer una relación entre la teoría y los casos reales estudiados en los proyectos					
Veo necesario la realización de un mayor número de actividades y ejercicios teóricos					
Encontré comodidad en la forma de realizar la prueba final escrita de la unidad					

Estoy satisfecho/a con mi calificación en esta unidad					
Observaciones:					

## 4. Conclusiones

Se recogen las conclusiones extraídas del presente Trabajo de Fin de Máster y que tienen relación con los objetivos redactados y planteados al inicio del trabajo, confirmando su cumplimiento.

- Se ha realizado una propuesta de intervención educativa diseñada en ocho sesiones que combina las metodologías de aprendizaje por proyectos mediante un proyecto de divulgación científica y de aprendizaje cooperativo, con el fin de aumentar la motivación del alumnado hacia la asignatura de Física y Química. Se han establecido los recursos necesarios para la puesta en práctica de la propuesta, así como instrumentos para evaluar su desempeño por parte de la comunidad docente y del alumnado.
- Se han estudiado las principales dificultades derivadas del aprendizaje de las reacciones en las asignaturas de Física y Química a todos los niveles y se extrapola al contexto planteado en la propuesta, evaluando su aplicación y cómo se soluciona esta problemática.
- Se ha realizado un análisis acerca del impacto que una metodología innovadora que combina el Aprendizaje por Proyectos y el aprendizaje cooperativo ha tenido en los estudiantes, estableciendo instrumentos de evaluación que permitan determinar cuantitativamente y cualitativamente el avance que ha supuesto en la formación de los estudiantes.
- Se han desarrollado actividades englobadas dentro de una metodología de Aprendizaje por Problemas y aprendizaje cooperativo para la enseñanza de las reacciones químicas en el bloque 3 “Los cambios” en la asignatura de Física y Química en 4º ESO.
- Se han diseñado instrumentos para el análisis y la evaluación de la propuesta, así como se han desarrollado aspectos para la mejora futura en la propuesta didáctica.

## 5. Limitaciones y prospectiva

La propuesta descrita en el presente Trabajo de Fin de Máster posee un gran carácter innovador, lo que requiere un cambio en la mentalidad de la comunidad educativa a la hora de afrontar esta metodología. En esta línea, para la realización de las actividades aquí presentadas se requiere que el profesorado disponga de una formación media-alta en el uso de las TIC, así como que el alumnado disponga de conocimientos básicos en el manejo de las herramientas que se han expuesto. Además, el componente audiovisual de la propuesta requiere ciertos conocimientos en cuanto a la producción y edición de vídeos para que la presentación final resulte lo más atractiva posible. También es elevado el número de recursos materiales necesario para la ejecución de la propuesta, lo que se ve favorecido por el contexto descrito, pero ante lo que pueden plantearse alternativas como las que se describen a continuación.

Aunque entre los recursos indicados para la implantación de esta propuesta se encuentren numerosos recursos de carácter audiovisual tales como cámaras, micrófonos o sets de grabación, la irrupción de las nuevas tecnologías hace que la presentación final de estos proyectos de divulgación pueda realizarse mediante el uso de *smartphones*. Asimismo, pueden valorarse variaciones en la forma en la que se presentan los contenidos, así como en la red social en la que se publican. En este sentido, redes sociales como Instagram o TikTok empiezan a tener cierto interés por su carácter educativo empleando formatos de vídeo cortos y de edición sencilla, que resultan altamente atractivos para la población joven. La grabación de los vídeos también puede tener lugar mediante herramientas que permitan la elaboración de vídeos “doodle”, en las que el estudiante ponga voz sobre una presentación dinámica. De esta manera, se consigue además proteger la identidad digital del estudiantado. También debe admitirse cierta flexibilidad en la impartición de los contenidos teóricos mediante un método de aprendizaje más tradicional, pudiéndose realizarse igualmente mediante presentaciones digitales o actividades realizadas por equipos. Finalmente, debe considerarse que el fin principal de esta propuesta es la comunicación de contenidos científicos para la mayoría de la sociedad y la labor divulgativa, por lo que diversas modificaciones que se puedan aplicar en la presentación de los contenidos (realización de infografías, líneas del tiempo, presentaciones o imágenes dinámicas) pueden ser valoradas.

## Referencias bibliográficas

- Ambrosio, R. y Hernández-Mosqueda, J. (2018). Aprendizaje por proyectos, una experiencia socioformativa. *Voces de La Educación*, 3(5), 3–19.
- Azorín-Abellán, C. M. (2018). El método de aprendizaje cooperativo y su aplicación en las aulas. *Perfiles Educativos*, 40(161), 181–194.
- Bergqvist, A. (2017). *Teaching and learning of chemical bonding models* (Tesis Doctoral). Karlstads Universitet.
- Caamaño, A. y Oñorbe, A. (2004). La enseñanza de la química: conceptos y teorías, dificultades de aprendizaje y replanteamientos curriculares. *Alambique*, 41, 68–81.
- Coca, D. (2013). ¿Cómo afrontan los alumnos en Secundaria las reacciones químicas? *Aula de Encuentro*, 15, 129–137.
- Dawati, F. M. (2019). Analysis of students' difficulties in chemical bonding based on computerized two-tier multiple choice (CTTMC) test. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157, 1–6.
- Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, 122, 28 de junio de 2016. 27 a 45. Recuperado de <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2016/122/BOJA16-122-00223.pdf>
- Decreto 182/2020, de 10 de noviembre, por el que se modifica el Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, 182, 16 de noviembre de 2020. 28 a 37. Recuperado de <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2020/221/BOJA20-221-00474.pdf>
- De Posada, J. M. (1999). Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico. Antes, durante y después de la enseñanza formal. Problemas del aprendizaje. *Enseñanza de Las Ciencias*, 17(2), 227–245.
- Estrada-García, A. (2012). El aprendizaje por proyectos y el trabajo colaborativo, como herramientas de aprendizaje, en la construcción del proceso educativo, de la Unidad de

Antonio Miguel Amador Villarrubia  
Programa de jóvenes divulgadores sobre las reacciones químicas en 4º ESO mediante aprendizaje cooperativo y  
aprendizaje por proyectos  
aprendizaje TIC. *Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*,  
3(5), 123–138.

Fernández-Enguita, M., Mena, L. y Riviere, J. (2010). Fracaso y abandono escolar en España: Fundación “La Caixa.” *Colección Estudios Sociales*, 29(1), 106–108.

García, B. (2018). La divulgación científica en Educación Secundaria Obligatoria. Recuperado el 29 de marzo de 2021 de <https://www.campuseducacion.com/blog/revista-digital-docente/la-divulgacion-cientifica-en-educacion-secundaria-obligatoria>

González-Felipe, M. E. (2017). *El Enlace Químico en la Educación Secundaria. Estrategias didácticas que permitan superar el aprendizaje* (Tesis Doctoral). Universidad de Castilla-La Mancha.

González, L. y Crujeiras, B. (2018). Aprendizaje de las reacciones químicas a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana. *Enseñanza de Las Ciencias*, 3, 143–160.

Google. (2021). ¿Cómo consumimos contenidos en Youtube los españoles? Informe actualizado. Recuperado de <https://www.thinkwithgoogle.com/intl/es-es/estrategias-de-marketing/video/cómo-consumimos-contenidos-en-youtube-los-españoles/>

Harwell, S. (1997). Project-based learning. En W. E. Blank y S. Harwell (Eds.), *Promising practices for connecting high-school to the real world* (pp. 23–28). Tampa, FL: University of South Florida.

Hein, G. E. (1991). Constructivist Learning Theory. En International Committee of Museum Educators.

Instituto Nacional de Estadística. (2020). Abandono temprano de la educación-formación. In Hombres y Mujeres (pp. 1–5).

Johnson, D. W., Johnson, R. T. y Holubec, E. J. (1994). *Cooperative Learning in the Classroom*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Knoll, M. (1997). The Project Method: its Vocational Education Origin and International Development. *Journal of Industrial Teaching Educator*, 34(3), 59–80.

Kousa, M. (2015). Jigsaw cooperative learning in engineering classrooms. 2015 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 58-62.

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, por la que se establece la ordenación general del sistema educativo en los niveles de enseñanza no universitaria en España.

*Boletín Oficial del Estado*, 106, de 4 de mayo de 2006. 17158 a 17207. Recuperado de <https://www.boe.es/eli/es/lo/2006/05/03/2/dof/spa/pdf>

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE).

*Boletín Oficial del Estado*, 295, de 10 de diciembre de 2013. 97858 a 97921. Recuperado de <https://www.boe.es/eli/es/lo/2013/12/09/8/dof/spa/pdf>

Martín-Barrios, R. (2015). *Una propuesta para el tratamiento del enlace químico en el segundo ciclo de Educación Secundaria Obligatoria* (Trabajo de Fin de Máster). Universidad de Cádiz.

Maset, P. P., Lago, J. R. y Naranjo, M. (2013). Aprendizaje cooperativo y apoyo a la mejora de las prácticas inclusivas. *Revista de Investigación En Educación*, 11(3), 207–218.

Muñoz-Morcillo, J., Czurda, K. y Trotha, C. Y. (2016). Typologies of the popular science web video. *Journal of Science Communication*, 15(4), 1-32.

Negrín, O. y Medina, A. (2011). La reforma educativa española de 1970, la transición democrática y la España constitucional. En UNED (Ed.), *Historia de la educación española* (pp. 563–645). Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Olmos-Perelló, J. J. (2010). *Una propuesta metodológica para la gestión y evaluación del trabajo cooperativo aplicada al aprendizaje del enlace químico en Educación Secundaria* (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Valencia.

Orden de 15 de enero de 2021, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad, se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado y se determina el proceso de tránsito entre distintas etapas educativas. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, extraordinario 7, de 18 de enero de 2021. 2 a 1024. Recuperado de <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2021/507/BOJA21-507-01024.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, 29 de



enero de 2015. 6986 a 7003. Recuperado de  
<https://www.boe.es/eli/es/o/2015/01/21/ecd65/dof/spa/pdf>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2018). Informe PISA (vol. 1).  
Recuperado de <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/d/23505/19/0>

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la  
Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 3, de 3 de  
enero de 2015. 169 a 451. Recuperado de  
<https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>

Rodríguez-Sandoval, E. y Cortés-Rodríguez, M. (2009). Evaluación de la estrategia pedagógica  
“Aprendizaje basado en proyectos”: percepción de los estudiantes. *Avaliação*, 15(1), 143–  
158.

Rue, J. (1994). Introducció a l'aprenentatge cooperatiu. En P. Dader y J. Gairin (Eds.), *Guía para  
la organización y el funcionamiento de los centros educativos* (pp. 244–253). Barcelona:  
Praxis.

Slavin, R. (1999). *Aprendizaje cooperativo: teoría, investigación y práctica*. Argentina: Aique.

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.

Tárraga, P., Bechtold, H. y De Pro, A. (2007). El uso de las prácticas de laboratorio en Física y  
Química en dos contextos educativos diferentes : Alemania y España. *Educatio Siglo XXI*,  
25, 145–166.

Zaragoza, J. C. y Roca, D. (2020). El movimiento *youtuber* en la divulgación científica española.  
*Revista Prisma Social*, 21, 212–238.

## Anexo I. Cuestionario inicio-final de la unidad didáctica

### Cuestionario Ideas Previas para el Alumnado.

#### 1. ¿Qué es una reacción química?

Respuesta inicial:

Respuesta final:

#### 2. ¿Son lo mismo una reacción química y una ecuación química?

Respuesta inicial:

Respuesta final:

#### 3. Cuando dejamos un trozo de plátano al aire libre y cambia de color, ¿está sufriendo una reacción química?

Respuesta inicial:

Respuesta final:

#### 4. Cuando fundimos un trozo de hierro, ¿se está produciendo una reacción química?

Respuesta inicial:

Respuesta final:

#### 5. Para que transcurra una reacción química, ¿siempre se necesita energía?

Respuesta inicial:

Respuesta final:

#### 6. ¿Qué ocurre durante una reacción Redox?

Respuesta inicial:

Respuesta final:

**7. ¿Cuál es el valor del número de Avogadro? ¿Qué nos permite obtener?**

Respuesta inicial:

Respuesta final:

**8. Enuncia la reacción de formación del amoníaco a partir de hidrógeno y nitrógeno en estado gaseoso.**

Respuesta inicial:

Respuesta final:

**9. Durante una reacción, la masa aumenta al generarse productos nuevos. ¿Verdadero o Falso?**

Respuesta inicial:

Respuesta final:

**10. ¿Cómo se llaman las sustancias a partir de las cuáles ocurre una reacción? Si añadimos una mayor cantidad de estas, ¿la reacción transcurre a mayor velocidad?**

Respuesta inicial:

Respuesta final:

## Anexo II. Boletín de teoría y ejercicios de la unidad didáctica

### Boletín UD “Las reacciones químicas” para Física y Química de 4º ESO

#### 1. El mol y el número de Avogadro.

Los químicos siempre habían constatado como se mantenían proporciones exactas entre los volúmenes de los gases que analizaban. Avogadro, basándose en la teoría atómica y la ley de conservación de la masa, propuso una hipótesis para este hecho, postulando que los volúmenes de los gases que se analizaban guardaban relación el número de moléculas y el número de átomos que forma cada molécula. Esta hipótesis enunciaba lo siguiente:

*Dos volúmenes iguales de gas, bajo las mismas condiciones de presión y temperatura, contienen el mismo número de moléculas. El volumen es, por lo tanto, proporcional al número de partículas.*

Gracias a este principio, conociendo distintos datos de volumen y la proporción en la que reaccionaban las sustancias que originaban la reacción (reactivos), podía deducirse en qué proporción se obtenían las sustancias generadas como fruto de la misma (productos). Así quedaba enunciada la **ley de Avogadro**.

No obstante, con el paso de los años se hizo necesario establecer una nueva medida, pues el número de partículas de una sustancia se hace difícil de determinar, debido al diminuto tamaño de las mismas. Por ello, se creó el término mol para referirse a cantidades determinadas de una sustancia. El mol se definía como la cantidad de sustancia cuya masa en gramos equivale a la masa atómica o molecular de dicha sustancia. Este **mol** está integrado por  $6.022 \cdot 10^{23}$  partículas.

#### 2. Las reacciones químicas.

En una reacción química, una o varias sustancias denominadas reactivos se transforman en nuevas sustancias denominadas productos, mediante una reorganización de los átomos debido a la rotura y formación de enlaces. Para que esto ocurra es necesario un intercambio de energía. Para que transcurra una reacción química:

1. Los átomos o moléculas de reactivos colisionan entre sí. En el caso de producirse choques efectivos, con una energía y orientación adecuadas, se rompen los enlaces que mantenían unidas las moléculas de reactivos.

2. Tiene lugar la formación de nuevos enlaces que forman las moléculas de las nuevas sustancias generadas (productos).

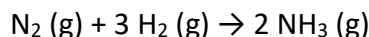
Los átomos presentes en los reactivos son los mismos que en los productos, por lo que de la misma manera, **en toda reacción química se conserva la masa**.

Las reacciones químicas se pueden clasificar según:

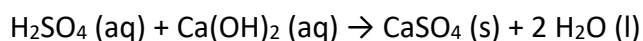
- El modo en el que se reordenan los átomos:
  - Reacciones de síntesis: dos o más reactivos forman nuevos productos.
  - Reacciones de descomposición: un único reactivo rompe sus enlaces para formar nuevos productos distintos.
  - Reacciones de sustitución: dos o más reactivos se reordenan para formar dos o más nuevos productos distintos.
- El intercambio de partículas subatómicas que se produce:
  - Reacciones redox (oxidación-reducción). Reacciones en las que existe un intercambio de electrones, es decir, un agente capta los electrones (se reduce, agente oxidante) que otro agente ha liberado (se oxida, agente reductor).
  - Reacciones ácido-base. Reacciones en las que existe un intercambio de protones entre los productos y los reactivos.
- Según el intercambio de energía que ocurra:
  - Reacciones endotérmicas. La energía liberada por las reacciones de este tipo es menor que la energía absorbida, de esta manera, el balance energético es positivo, pues los productos tienen mayor energía que los reactivos.
  - Reacciones exotérmicas. La energía liberada por las reacciones de este tipo es mayor que la energía absorbida, de esta manera, el balance energético es negativo, pues los productos tienen menor energía que los reactivos.

La estequiometría es el cálculo de las proporciones entre las sustancias que participan en una reacción química. Para realizar estos cálculos es necesario expresar las reacciones en formas de ecuaciones químicas, que son una representación de las reacciones en las que se incluye la fórmula de los productos y reactivos, las proporciones en las que reaccionan y su estado físico.

Para ello, se muestra el siguiente ejemplo, siendo 1, 3 y 2 los coeficientes para el nitrógeno, hidrógeno y amoníaco respectivamente.



Cuando se mezclan una sustancia ácida y una básica, generalmente en forma de disolución, el pH tiende a equilibrarse, acercándose en cierto grado al pH neutro. Estas reacciones se denominan reacciones ácido-base o de neutralización. En ellas, el ácido cede uno o varios protones a la base. Como producto de una reacción con estas características, se forma una sal y habitualmente, agua, aunque esto no siempre es necesario.



### **3. Velocidad de una reacción.**

La velocidad con la que transcurre una reacción química tiene relación con el número de choques eficientes que se producen entre las partículas de sustancias reactivas y que, por lo tanto, van a formar los nuevos productos. De esta manera, también influyen diversos factores como:

- Temperatura, pues se aumenta la energía con la que se producen los choques entre partículas y hay un mayor número de posibilidades de generar choques eficientes.
- Concentración de los reactivos. Al aumentarse la presión o encontrarse más concentrados los productos por cualquier circunstancia, existe más proximidad entre las distintas partículas de reactivo, por lo que la probabilidad de que el número de choques sea mayor aumenta.
- Grado de división de los reactivos.
- Catalizadores.

**Boletín de ejercicios para la unidad “Las reacciones químicas” para Física y Química de 4º ESO.**

1. La fórmula del nitrato de calcio es  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ . a) ¿Cuál es su masa molecular? b) ¿Cuántos moles de sustancia hay en 262,56g de nitrato de calcio? c) ¿Cuántos átomos de calcio, nitrógeno y oxígeno forman esa cantidad de nitrato de calcio?
2. La fórmula del óxido de hierro (III) es  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . a) ¿Cuál es su masa molecular? b) Una muestra contiene  $1,2044 \cdot 10^{24}$  de hierro y  $1,8066 \cdot 10^{24}$  átomos de oxígeno, ¿cuántos moles componen la muestra?
3. Calcula las partículas de dióxido de carbono en 6,0 moles de ese compuesto.
4. ¿Cuántos moles hay en  $5,7 \cdot 10^{21}$  moléculas de oxígeno?
5. Calcula la masa en gramos de en dos moléculas de propano.
6. Ajusta la reacción de combustión del propano.
7. El hierro sólido se oxida para formar óxido de hierro (III). a) Escribe la reacción del proceso y ajústala. b) Se disponen de 16 moles de hierro y 12 moles de oxígeno durante la reacción de oxidación. El oxígeno es el reactivo limitante, ¿cuántos moles de óxido de hierro (III) se forman?
8. Una sustancia S, de masa molar 200,0 g/mol se descompone en dos sustancias, A y B, de 60,0 g/mol y 100 g/mol de masa molar, respectivamente. La descomposición de 1kg de esa sustancia produce 450g de la sustancia E y 550g de la sustancia F. a) ¿Se cumple el principio de conservación de la masa? b) ¿Cuántos moles de cada sustancia participan en esta reacción?
9. Se hacen reaccionar 291,2 g de magnesio con oxígeno para obtener óxido de magnesio. a) Escribe la reacción del proceso y ajústala. b) ¿Cuántos moles de magnesio y oxígeno se consumen y cuántos moles de óxido de magnesio se forman? c) ¿Cuántos gramos de óxido de magnesio se han formado?
10. El cloruro de sodio reacciona con ácido sulfúrico y produce hidrogenosulfato de sodio y ácido clorhídrico. a) Escribe la reacción y ajústala. b) ¿Cuántos moles de ácido sulfúrico se consumen si se usan 300 mL de ácido sulfúrico 3M? c) ¿Cuántos gramos de cloruro de sodio son necesarios para hacer reaccionar esa cantidad de ácido sulfúrico? d) ¿Cuántos gramos de ácido clorhídrico e hidrogenosulfato de sodio se producen?
11. Se tienen 56,0 g de nitrógeno gaseoso y 12,0 g de hidrógeno gaseoso, ¿cuántos moles de amoniaco se han formado?

12. Se tienen 200 mL de disolución de ácido sulfúrico 6M. Para poder verterse, se decide neutralizarla empleando bicarbonato de sodio como base. a) Escribe la reacción y ajústala. b) ¿Cuántos moles y gramos de bicarbonato de sodio hay que añadir para neutralizar la disolución?
13. La descomposición de 5,0 g de  $\text{KClO}_3$  al 98% de pureza da lugar a la formación de KCl y oxígeno. a) Escribe la reacción y ajústala. b) Si el rendimiento es del 75%, calcula los moles de KCl que se formarán.
14. Indica cómo afectan a la velocidad de la reacción alterar los siguientes parámetros:
- a) Disminuir la temperatura de la mezcla de reacción.
  - b) Disminuir la presión del sistema donde tiene lugar la reacción.
  - c) Añadir un catalizador al medio de reacción.
  - d) Utilizar una disolución más concentrada de uno de los reactivos.
15. Se tiene una pastilla de paracetamol efervescente de 1 g y se disuelve en un volumen de 200 mL de agua. Cuando termina de disolverse la pastilla, se pesa el contenido del vaso (agua + pastilla disuelta) y se obtiene un peso de 200,87 g, ¿qué ha podido ocurrir? ¿se conserva la masa en este proceso?



## Anexo III. Presentación de los temas para los proyectos de divulgación científica

### Guión proyecto videoblog Física y Química 4º ESO.

El proyecto principal a partir del cual se organiza esta propuesta didáctica es la realización de un vídeo en formato “videoblog”, en la que debes realizar un proyecto relacionado con uno de los siguientes temas resumidos:



Imagen extraída de Bocanegra (2020).

**1) Los residuos de fosfoyesos del polo químico de Huelva.** Desde los años 60 se fabrica en las afueras de Huelva un gran número de fertilizantes químicos. Como fruto de esta industria, toneladas de residuos comenzaron a colocarse en la margen del río Tinto. Estos residuos son altamente radioactivos y han provocado una grave

alteración en la biodiversidad acuática de la zona. Actualmente, se encuentra proyectado un plan para la gestión de estos recursos.

Bocanegra, R. (1 de octubre de 2020). Los fosfoyesos de Huelva: una sentencia sin ejecutar y un problema radiactivo aún por resolver. *Diario Público*. Recuperado de <https://www.publico.es/politica/fosfoyesos-huelva-sentencia-ejecutar-problema-radiactivo-resolver.html>



Imagen extraída de González (2021).

**2) Residuos de Uranio en Andújar.** Hasta la década de los años 80 existía en Andújar (Jaén) una fábrica encargada de la producción de concentrados de uranio. Las escombreras de residuos son acusadas en la actualidad de muchos de las muertes por cáncer registradas entre los antiguos trabajadores de la factoría.

A día de hoy, las familias aún denuncian este hecho, pues las muertes en estas circunstancias siguen produciéndose.

González, J.C. (8 de marzo de 2021). Un último estudio resalta la crudeza de la antigua fábrica de uranio, la FUA. *Diario Ideal*. Recuperado de <https://andujar.ideal.es/andujar/ultimo-estudio-resalta-20210308141719-nt.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>



Imagen extraída de Oliva (2017).

**3) El “lago asesino” de Doñana.** ¿Sabías que hasta hace tres años existía a menos de 60 km de este IES un lago potencialmente mortal? En el fondo de un lago del Parque Nacional de Doñana se situaba una enorme balsa de dióxido de carbono. La liberación de este gas de forma incontrolada hubiese generado

una nube tóxica de grandes dimensiones. La balsa fue eliminada en 2018 gracias a un proyecto de ingeniería aplicado en la zona.

Oliva, M. (4 de septiembre de 2017). El fin del “lago asesino” de Huelva solo costará 21.000 euros. *El Español*. Recuperado de [https://www.elespanol.com/ciencia/medio-ambiente/20170901/243476318\\_0.html](https://www.elespanol.com/ciencia/medio-ambiente/20170901/243476318_0.html)



Imagen extraída de Ingeoexpert (2017).

**4) La lluvia ácida.** En el norte de España, especialmente en las Comunidades Autónomas de Galicia, Cataluña y País Vasco ocurre ocasionalmente un fenómeno conocido como “lluvia ácida”. Este hecho se ve favorecido por el alto carácter industrial de estas autonomías, debido a la emisión de gases tóxicos a la atmósfera que favorecen este proceso.

Ingeoexpert (22 de diciembre de 2017). ¿Qué es la lluvia ácida? La lluvia ácida en España. Ingeoexpert. Recuperado de <https://ingeoexpert.com/2017/12/22/que-es-la-lluvia-acida/#:~:text=En%20Espa%C3%B1a%20la%20lluvia%20%C3%A1cida,durante%20el%20proceso%20de%20producci%C3%B3n>.



Imagen extraída de Fenoy (2021).

### 5) La central térmica de Carboneras (Almería).

Hace una década se presentó en España un plan con el objetivo de cerrar un gran número de las altamente contaminantes centrales térmicas. Este plan se ha efectuado en los últimos años hasta poseerse tan sólo tres centrales de este tipo abiertas. No obstante, la central termoeléctrica de carbón de Almería

reabrió sus puertas en enero de 2021 como ocasión de emergencia ante el temporal Filomena y aún presenta cierta actividad.

Fenoy, C. (8 de marzo de 2021). Térmica de Carboneras, ¿abierta o cerrada? *Diario de Almería*. Recuperado de [https://www.diariodealmeria.es/finanzasysagricultura/Termica-Carboneras-abierta-cerrada-Almeria-Litoral-carbon\\_0\\_1552946742.html](https://www.diariodealmeria.es/finanzasysagricultura/Termica-Carboneras-abierta-cerrada-Almeria-Litoral-carbon_0_1552946742.html)

Se plantean temas adicionales, tales como *agentes contaminantes de la industria farmacéutica, contaminación en las reacciones de cracking de refinerías (planta de Puertollano), contaminación con lindano en Sabiñánigo (Huesca)*, por ejemplo. Puedes escoger alguno de estos temas de ejemplo en caso de preferencia sobre los que encuentras detallados más arriba.

A partir de los temas presentados, debes realizar una investigación acerca de qué procesos de tipo químico han favorecido estos procesos y acontecimientos y qué impacto y consecuencias sobre el medioambiente y la sociedad han tenido o tienen aún en la actualidad, así como las posibles soluciones que se han aplicado o que se pueden aplicar. Con todo ello, debes realizar un vídeo en el que comuniques al resto de la sociedad estas noticias, fundamentándose en su base teórica y analizando el impacto de estos fenómenos en el medioambiente.

El vídeo realizado se encuadrará dentro de la categoría de “divulgación científica”, por lo que debe estar realizado con un lenguaje sencillo y libre de términos muy técnicos que cualquier individuo pueda entender. Además, se premiará el diseño, la originalidad y la creatividad del discurso y de los recursos empleados en el vídeo. El vídeo debe ser subido a la plataforma de YouTube y supondrá el **45% de la nota final** de la unidad didáctica. Se evaluará además del propio vídeo, el trabajo a lo largo de todo el proceso de elaboración, así como el desarrollo de habilidades propias del trabajo en equipo. Además, el vídeo con un mayor número de visualizaciones en la plataforma tendrá **¡1 PUNTO MÁS** en la nota final de la unidad!, por lo que es importante que trates de difundirlo y compartirlo. La nota será igual para todos los integrantes del grupo, excepto aquella parte correspondiente a la coevaluación (ver tabla 14 de la propuesta didáctica).

El vídeo debe tener una **duración MÍNIMA de cinco minutos y MÁXIMA de diez minutos**, en las que **todos los integrantes deberán aparecer en pantalla por un mínimo de dos minutos** de manera individual o en parejas. El vídeo será subido al canal de YouTube asignada a la cuenta Google propia del usuario de la red escolar de cualquiera de los cuatro integrantes del grupo.

Para la realización de este proyecto, se realizarán **CINCO GRUPOS** de **CUATRO INTEGRANTES**, organizados de forma voluntaria por los estudiantes. Además, una vez formado los grupos deben repartirse los siguientes roles:

- Coordinador. Será el encargado de organizar y repartir las tareas entre los distintos integrantes del grupo.
- Secretario. Será el encargado de anotar todas las conclusiones que se van obteniendo en las distintas sesiones de aprendizaje y trabajo del proyecto, favoreciendo el desarrollo del proyecto.
- Portavoz. Será el encargado de realizar todas las comunicaciones necesarias al docente para la resolución de dudas, así como para pedir ayuda o consejo a integrantes de otros grupos.
- Moderador. Será el encargado del correcto funcionamiento y realización de todas las actividades planteadas, así como de asegurar un ambiente óptimo para el trabajo, la investigación y el aprendizaje.

De igual manera, todos los miembros del grupo deben estar implicados en la producción del vídeo y la redacción del discurso empleado en él. Además, dentro de cada grupo deben asignarse los siguientes cargos para la realización de la sesión 5:

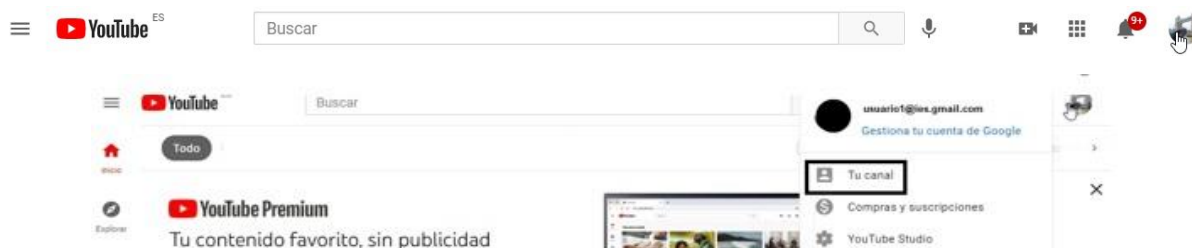
- DOS EXPERTOS QUÍMICOS. Encargados del estudio teórico de las reacciones que tienen lugar en cada uno de los casos presentados.
- DOS EXPERTOS AMBIENTALES. Encargados del estudio del impacto medioambiental que tienen las reacciones que aparecen en cada uno de los casos y el por qué causan un daño significativo en el medio ambiente.

## Anexo IV. Instrucciones para la subida de los vídeos a YouTube

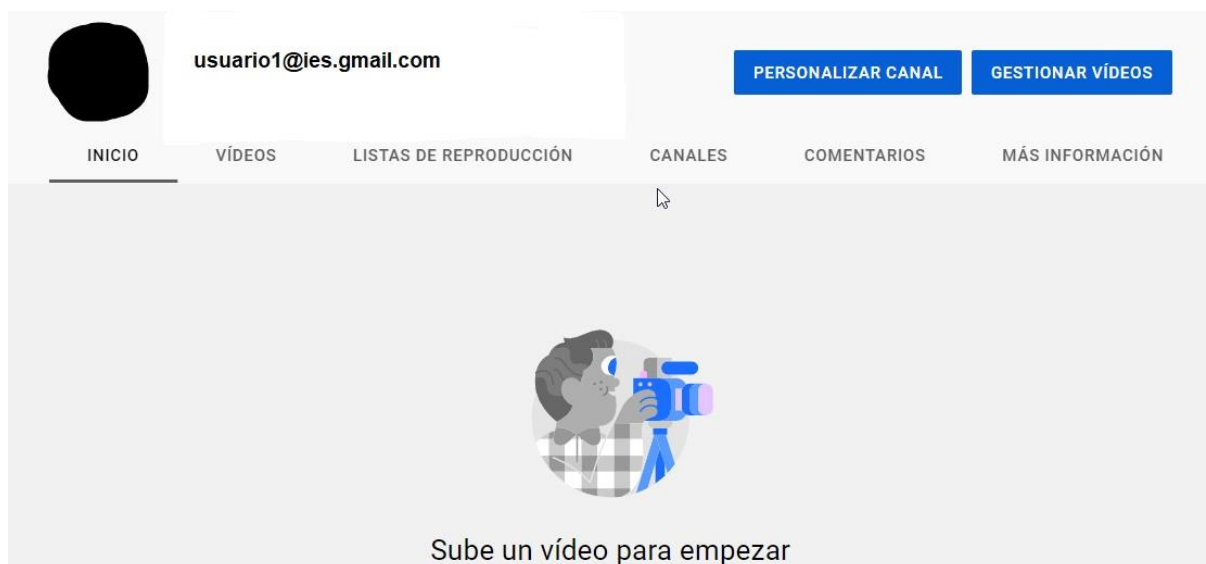
### Tutorial subida vídeos a YouTube.

La subida de los vídeos a YouTube se realizará siguiendo las instrucciones marcadas a continuación:

1. Accede a YouTube mediante el buscador de Google en Google Chrome.
2. En la esquina superior derecha de la web inicia sesión con la cuenta de Google (en este caso, la cuenta Google perteneciente a tu usuario de la red escolar).
3. Haz clic en la esquina superior derecha de la web donde debe aparecer tu foto de perfil y posteriormente en “Tu canal”.



4. Posteriormente, en la cuenta de tu canal. Haz clic en “Gestionar vídeos”. Se abrirá el centro de edición de vídeos en una nueva pestaña.



5. Una vez en el centro de edición, haz clic en el botón “Subir vídeos” y arrastra el documento en formato .mp4 al centro de la página, en la zona que se habilitará.



## Subir vídeos



Arrastra y suelta archivos de vídeo para subirlos  
Tus vídeos serán privados hasta que los publiques.

SELECCIONAR ARCHIVOS

6. Añade un título y una descripción. En el título deberán figurar los conceptos “Proyecto Divulgación IES 4º ESO” y el grupo al que pertenece. Además, marcar el vídeo como contenido apto para niños.
7. Continuar todos los pasos haciendo clic en siguiente hasta llegar al apartado “Visibilidad”. El vídeo deberá ser marcado como “Público”, para que cualquier usuario pueda tener acceso a él.

☒ **Guardar o publicar**  
Configura el vídeo como **público**, **oculto** o **privado**

☐ Privado  
Solo podéis ver el vídeo tú y los usuarios que elijas

☐ Oculto  
Cualquier persona con el enlace al vídeo puede verlo

☐ Público  
Todo el mundo puede ver el vídeo

☐ Configurar como estreno inmediato ?

## Anexo V. Guía para el debate acerca de las reacciones químicas

### Debate 4º ESO Física y Química.

Imagina que abren una nueva estación de tratamiento de aguas residuales en las afueras de la ciudad de Sevilla. Esta empresa se encarga de tratar una gran cantidad de aguas procedentes del uso industrial. Además, la empresa ha generado un elevado impacto positivo económico y social en las familias de la zona. No obstante, no todo ha sido positivo a partir de la apertura de esta planta. Desde que esto ocurrió, un grupo de habitantes de las localidades cercanas a la factoría han emprendido un movimiento en contra de ella, pues considera que la gestión de residuos que están realizando no es la más adecuada, poseyendo informes científicos que acreditan estos hechos y que los niveles de contaminación en las aguas del río Guadalquivir han aumentado desde la fecha de instalación. Sin embargo, desde la empresa se asegura que la gestión de los residuos está siendo la adecuada, que es un proceso totalmente controlado y que estas acusaciones se deben a intereses de otro tipo.

Para la realización del debate, **la clase debe dividirse en DOS grupos de DIEZ estudiantes.**

- DIEZ que simularán ser representantes de la planta depuradora de aguas residuales.
- DIEZ que simularán formar parte del movimiento en contra del funcionamiento de la planta dada su incorrecta gestión de los residuos.

Previamente al debate, deberá realizarse una investigación acerca de las reacciones que tienen lugar en esta estación (si es posible, encontrar ejemplos de reacciones de reducción, oxidación o neutralización en este tipo de procesos) y cómo se origina el probable foco de contaminación.

Gracias al debate deberá llegarse a un acuerdo y establecer posibles soluciones a esta problemática que ha aparecido. El debate constará de diez turnos, cinco para cada equipo, entre los que se incluirá un turno de **exposición** de ideas, tres de **refutación y debate** y un turno final de **conclusiones**, en el que deberá ofrecerse la solución final a esta problemática fruto de la negociación entre ambas partes. En cada uno de los turnos intervendrán dos integrantes de cada equipo.



## Anexo VI. Prueba escrita de la propuesta didáctica

**Apellido(s), Nombre:**

**Grupo:**


### Examen de Física y Química 4º ESO. Unidad “las reacciones químicas”.

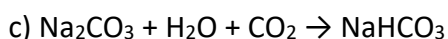
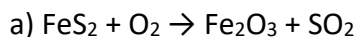
#### 1. Verdadero o falso. Escribe correctamente aquellas afirmaciones que sean falsas.

- a) En una reacción química, los reactivos se transforman en productos.
- b) En una reacción redox, la sustancia que se oxida ha ganado electrones.
- c) En una reacción química, siempre hay el mismo número de átomos.
- d) En la reacción  $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ , un gramo de hidróxido de sodio reacciona con un gramo de ácido clorhídrico.
- e) Para que una reacción química ocurra, tan sólo es necesario que los átomos o moléculas colisionen entre sí con una orientación adecuada.
- f) En una reacción con gases se disminuye el volumen de forma brusca al aumentar la presión, por lo que la velocidad de reacción aumenta.
- g) Los coeficientes de una ecuación química no son necesarios pues las sustancias siempre reaccionan en proporciones idénticas.

2. Para seguir con el examen, ten en cuenta el número de respuestas verdaderas de la pregunta 1. Calcula los mL que hay en x moles (siendo “x” el número de respuestas verdaderas de la pregunta 1) de tetraoxosulfato (VI) de hidrógeno. La densidad de este compuesto es  $1,83 \text{ g/cm}^3$ . Además, formula este compuesto.

Masas atómicas: H = 1,0; S = 32,0; O = 16,0.

**3. De nuevo, ten en cuenta la respuesta de la pregunta 2. Enuncia la reacción de neutralización del tetraoxosulfato (VI) de hidrógeno con hidróxido de sodio y ajústala. Además, ajusta las siguientes reacciones.**



**4. [PREGUNTA BLOQUEADA] Utiliza los coeficientes de la primera sustancia empleada en cada una de las reacciones anteriores e introdúcelas en el siguiente candado.**



Si el código introducido es correcto, el candado se desbloqueará y el docente os ofrecerá los datos de volumen de gas n-propano, presión y temperatura para realizar el ejercicio. Se quema un volumen de n-propano. a) Escribe la ecuación química correspondiente al proceso químico que tiene lugar. b) Calcula el número de moles de oxígeno necesarios para que transcurra la reacción. c) Si tan sólo el 21% del aire que utilizamos es oxígeno, calcula la masa total del aire necesaria para llevar a cabo el proceso de combustión.

Masas atómicas: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0

**5. A 50 mL de disolución de ácido nítrico 2.5M se le añaden 0,8 g de carbonato de calcio. Escribe la reacción y ajústala, calcula el reactivo limitante y calcula la masa de sal (nitrato de calcio), que se produce.**

**NOTA:** Recuerda que las calificaciones se irán asignando del 10 al 6 por orden de finalización del examen. Cuando termines la prueba, acércate al profesor para que compruebe que todas las respuestas están correctas. Si tienes alguna duda en el transcurso de la prueba, no dudes en levantar la mano.