



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Máster

En Profesorado de E.S.O., F.P. y Enseñanzas de  
Idiomas, Artísticas y Deportivas

**Especialidad de Física y Química**

Reforzando el medio ambiente como contenido  
transversal en la materia de Física y Química

Strengthening the environment as a transversal  
content through Physics and Chemistry learning  
process

Autor

Ana Magaña Gómez

Director/es

Jorge Diego Lahoza Pérez

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2018/2019



## Índice

1. Introducción .....	1
1.1. Perfil académico .....	1
1.2. Motivaciones y aspiraciones para realizar el máster .....	1
1.3. Perspectiva sobre el futuro docente .....	2
1.4. Metodología del proceso de enseñanza-aprendizaje y su relación con la Didáctica de las Ciencias .....	3
2. Justificación de la selección de los proyectos.....	5
2.1. Justificación del PID .....	6
2.1.1. Análisis del contenido.....	6
2.1.2. Análisis didáctico.....	6
2.1.3. Metodología .....	8
2.1.4. Evaluación .....	8
2.2 Justificación del Proyecto Didáctico.....	10
2.2.1. Análisis del contenido.....	10
2.2.2. Análisis didáctico.....	11
2.2.3. Metodología .....	12
2.2.4. Evaluación .....	14
Factores que pueden afectar al desarrollo de ambos proyectos .....	14
3. Presentación de los trabajos seleccionados.....	15
3.1. Proyecto de Innovación Docente .....	15
3.1.1. Descripción del proyecto .....	15
3.1.2. Experiencia en el aula y resultados.....	16
3.1.3. Propuestas de mejora .....	18
3.2. Proyecto Didáctico.....	19
3.2.1. Descripción del proyecto .....	19
3.2.2. Propuesta de evaluación.....	21
3.2.3. Propuestas de mejora .....	21
4. Reflexiones .....	23
4.1. Reflexión crítica de los proyectos seleccionados .....	23
4.2. Reflexión de la profesión docente desde la perspectiva de la formación .....	27
5. Conclusiones.....	29
6. Bibliografía .....	31
7. Anexos .....	32
7.1. Anexo I: Proyecto de Innovación Docente .....	33
7.2. Anexo II: Proyecto Didáctico .....	57



## **1. Introducción**

En el presente trabajo fin de máster se pretende hacer un repaso de lo que ha supuesto esta enseñanza en el proceso para comenzar a formarme como futura docente desde el punto de partida hasta la actualidad, destacando aquellos aspectos que se consideran más significativos dentro de esta etapa.

### **1.1. Perfil académico**

A lo largo de los estudios en la etapa de la educación secundaria obligatoria siempre había tenido claro que quería seguir mi formación por el camino de las ciencias. Sin embargo, pese a no descartar la posibilidad de dedicarme a la docencia, me despertaba un mayor interés el ámbito de la investigación científica. Por esta razón elegí el Grado en Química para poder formar parte de ese área. Tras finalizar el Grado, decidí continuar con la formación en investigación, esta vez en Madrid con el Máster de Química Orgánica. Durante este curso me comenzaron a surgir algunas dudas acerca del futuro en la investigación que ya no tenía tan claro, por lo que decidí posponer la posibilidad de comenzar una tesis doctoral.

A mi vuelta, empecé a trabajar en una academia impartiendo clases a grupos reducidos. Pese a haber estado ayudando a chicos de diferentes edades en clases particulares durante varios años antes, fue entonces cuando me di cuenta de que como verdaderamente disfrutaba era enseñando. Desde este momento comprendí que me llenaba más a nivel personal el hecho de sentir que podía ayudar a alguien que conseguir un éxito en el laboratorio con la síntesis de algún producto deseado.

Teniendo en cuenta estas sensaciones me decidí a matricularme en el Máster de Profesorado y así poder sumergirme un poco más en el mundo de la enseñanza.

### **1.2. Motivaciones y aspiraciones para realizar el máster**

Conforme iba trabajando con los diferentes estudiantes que acudían a la academia, iba siendo un poco más consciente de la cantidad de dificultades que conlleva la enseñanza, la gran variedad de metodologías que se pueden implementar, así como las características y necesidades tan diferentes de cada alumno.

Todos hemos tenido algún profesor que pese a ser un gran especialista en su materia, no es capaz de transmitir los conocimientos de forma adecuada a sus alumnos. Esto se debe a que la profesión docente involucra una gran variedad de situaciones que implican formarse en muchos ámbitos más allá de los conocimientos técnicos que nos brinda nuestras respectivas carreras.

Si tuviera que describir al profesor ideal sería aquel que disfruta enseñando, se muestra cercano y comprensivo con sus alumnos, no cae en la rutina tras llevar años impartiendo contenidos semejantes e involucra al alumnado en su propio aprendizaje de forma que despierte en él un interés y motivación. Sin embargo, todo esto no lo enseñan en el Grado de Química. Allí puedes aprender un sinfín de conocimientos científicos pero la parte más personal y pedagógica no se trabaja en ningún momento.

Por esta razón, eran esta serie de habilidades personales, comunicativas y culturales las que esperaba trabajar en este Máster. Se consideran imprescindibles puesto que un docente trabaja principalmente con jóvenes en su mayoría adolescentes, cada uno con su propia casuística personal, intereses y objetivos.

Además, considero que la profesión docente se presenta como un gran desafío debido a que tiene que adaptarse a una sociedad compleja, tecnológica y globalizada. Por ello creo que es necesaria una formación que permita afrontar esta situación para evitar imitar modelos docentes de los que fueron nuestros profesores de educación secundaria que en la actualidad no serían los más apropiados si no se adaptan a las nuevas necesidades.

Así, la motivación principal para cursar este Máster es poder brindar a mis futuros alumnos una educación de calidad, no solo en contenidos sino también en valores.

### **1.3. Perspectiva sobre el futuro docente**

La comunidad educativa está cada día más concienciada de la importancia de modernizarse y busca dejar atrás una enseñanza meramente transmisiva alejada de la discusión y opinión para favorecer la contextualización, la conexión de manera asidua entre teoría y práctica que implique procesos de acción.

Como se comenta en el apartado anterior, antes de cursar el Máster consideraba que, tras nuestra formación en especialidades puramente científicas, nos faltaba un complemento más pedagógico para cumplir estos objetivos y afrontar satisfactoriamente algunas situaciones que nos pudieran surgir más personales, por ejemplo, en nuestra posible futura función como tutores de algún grupo de estudiantes. Sin embargo, esta formación ha sido más completa de lo que esperaba en un principio implicando el trabajo de diferentes competencias profesionales.

Cada una de las diferentes materias cursadas ha permitido la construcción de los primeros cimientos de mi futuro perfil docente. Con su desarrollo se ha invitado a que, en nuestro futuro como profesores realicemos reflexiones y evaluaciones críticas de la puesta en práctica de nuestra labor docente necesarias para facilitar la adaptación a las

posibles diferentes situaciones que nos encontremos y dar la educación que nuestros alumnos necesitan para desenvolverse y ser ciudadanos críticos.

Todas estas aportaciones de las diferentes asignaturas tomaron forma en el transcurso de los periodos de prácticas en el colegio, en mi caso, en el de La Salle Montemolín en Zaragoza. Allí pudimos ver la implementación de muchos de los contenidos que habíamos tratado de manera teórica en el aula y la importancia de trabajar con metodologías activas como las que se citarán en el siguiente apartado. Además, dentro de esa componente más social de la profesión, pudimos comprobar como en muchas ocasiones la figura del docente es para los alumnos una persona de referencia y de confianza.

Espero que a lo largo de mi experiencia como docente trabaje por el crecimiento y formación tanto profesional como personal constante y activa para así poder motivar a mis alumnos y cubrir sus necesidades mediante el trabajo con metodologías participativas, aprendizajes basados en proyectos o problemas, procedimientos contextualizados y estrategias que permitan la interacción entre alumnos. Así, la intención es poder darle un mayor peso a los procedimientos cooperativos y colaborativos frente al tradicional individualismo que todavía se puede observar en algunas aulas. Además, espero ser flexible y capaz de adaptarme a cada grupo y a las necesidades de cada alumno dentro de lo posible.

#### **1.4. Metodología del proceso de enseñanza-aprendizaje y su relación con la Didáctica de las Ciencias**

Llegados a este punto debemos plantearnos qué implica enseñar ciencias en las diferentes etapas donde vamos a impartir clase. Como podemos leer en Sanmartí (2010) esto conlleva tender puentes entre el conocimiento científico y aquel que pueden construir los estudiantes. Para ello es preciso adaptarlo a las diferentes etapas de aprendizaje.

El estudio de las diferentes metodologías y didáctica de las ciencias es fundamental para escoger los conceptos a trabajar, así como la secuencia de experiencias y actividades que pueda considerarse más adecuada para cada fin. Así, la enseñanza se puede contemplar como algo más que transmitir conceptos y teorías y requiere investigar acerca de los procesos que se adecúen al qué, por qué y cómo se enseña.

En Sanmartí (2002) se proponen algunas actividades para la enseñanza de las ciencias entre las que se destacan las prácticas experimentales. Éstas pueden ser un buen recurso para hacer que los estudiantes se hagan preguntas, diseñen propuestas de resolución de problemas, obtengan resultados y los analicen, planteen hipótesis, etc.

En este texto también se plantea la realización de problemas y ejercicios, pero aplicados a situaciones conocidas o que despierten interés en los estudiantes. En cuanto al proceso de explicación propiamente dicho, plantea la posibilidad de implicar al alumno en esta acción de tal forma que los estudiantes también sean capaces de describir, justificar o argumentar. Del mismo modo propone la incorporación de gamificación en el desarrollo de las asignaturas de forma que se pueda establecer una interpretación lúdica del proceso de aprendizaje.

Se deben fomentar entornos de aprendizaje que despierten el interés y la motivación, así como el aprendizaje tanto individual como cooperativo y colaborativo que favorezcan tanto la autonomía de los alumnos como la comunicación y tolerancia con sus compañeros.

Según se puede extraer de diferentes fuentes, aportar un enfoque CTS o algunos términos más actuales como CTSA, STEM o STEAM puede permitir la consecución de un aprendizaje significativo y motivador para lograr la adquisición de contenidos curriculares al mismo tiempo que se fomentan actitudes y responsabilidades ciudadanas para mejorar el entorno del alumno con la introducción de un Aprendizaje-Servicio.

En Paixão (2004) se apunta que el aprendizaje de las ciencias debe servir como preparación para que los alumnos estén preparados para vivir en el mundo presente y futuro y puedan comprender y cuestionarse acerca del papel de la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad y cultura. Con este enfoque se desea asegurar que los aprendizajes que los alumnos adquieren serán de utilidad para su vida permitiendo su desarrollo personal y social. De esta manera los objetivos permitirán que los contenidos se desarrollen junto con diferentes competencias, actitudes y valores.



## 2. Justificación de la selección de los proyectos

Los proyectos que se detallarán a lo largo del presente trabajo son el **Proyecto de Innovación Docente (PID)** y el **Proyecto Didáctico**. El primero fue diseñado y llevado a la práctica durante el Prácticum III en la asignatura de Física y Química de 3º de Educación Secundaria. Dada su buena aceptación entre el alumnado, a la hora de realizar el Proyecto Didáctico se decidió diseñar una serie de actividades que pudieran complementar la formación del alumnado entorno al medioambiente y la sostenibilidad proponiendo experiencias para los diferentes cursos en los que se imparte la asignatura siendo el PID actividad la correspondiente al curso de 3º de ESO.

Ambos tienen como finalidad la introducción de una metodología práctica, contextualizada y de aplicación en la vida cotidiana de los alumnos. La gran mayoría de las actividades tienen como temática central el medioambiente. Se pretende introducir de forma transversal el estudio de un problema actual en la sociedad desde una perspectiva más científica. Así, se busca que los alumnos puedan entender diferentes procesos que tienen lugar en su entorno al mismo tiempo que ven la aplicación a los conocimientos y contenidos que se imparten.

Considero que la educación puede ser entendida y utilizada como una herramienta social de forma que permita debatir sobre temas de actualidad y permita a los estudiantes entender y fundamentar algunos fenómenos que les rodean.

La elección se basa en la creencia de la necesidad de dar un paso más allá de los meros contenidos. Creo que resulta interesante aplicar estos aprendizajes a un contexto pudiendo relacionarlos con sustancias y procesos que aparecen con frecuencia en nuestra vida cotidiana y ser así conscientes del alcance social y medioambiental de estos fenómenos.

También se pretende resolver cuestiones acerca de cómo se puede identificar que está teniendo lugar un cambio o reacción química, atendiendo a qué factores se puede modificar la velocidad de una reacción. Con ello se pretende trabajar con los estudiantes la indagación, realización de experimentos, formulación de hipótesis, etc.

Con estas propuestas se desea aprovechar la enseñanza de la asignatura de física y química para comprender más profundamente algunos fenómenos que son de preocupación para toda la sociedad en la actualidad permitiendo formar ciudadanos críticos y capaces de mejorar actitudes con su entorno y concienciar de la importancia de preservarlo. Se aplicaría así un aprendizaje en contexto como posible vía de motivación.

Como se apunta en la introducción, estas propuestas tienen como objetivo trabajar la química y medioambiente en la sociedad mediante la sensibilización de los jóvenes

acerca de la importancia de preservarlo y busca facilitar la comprensión de los contenidos de cada etapa a través de la interacción de los estudiantes con su entorno.

## **2.1. Justificación del PID**

### 2.1.1. Análisis del contenido

Este proyecto se diseña para desarrollarlo en 3° de Educación Secundaria, más concretamente en el bloque de “Los cambios químicos”. Previo a mi intervención en el aula se habían impartido algunos conocimientos básicos sobre las reacciones químicas como son la diferencia entre cambios físico y cambio químico, se habían estudiado algunas leyes de las reacciones químicas y se habían comenzado a explicar los ajustes estequiométricos. Así, con este proyecto se pretenden estudiar, en primer lugar, los factores que pueden afectar a la velocidad de una reacción a través de unos experimentos sencillos en el aula. Después, se plantea una actividad algo más extensa que busca introducir el concepto de pH y repasar el ajuste estequiométrico de reacciones a partir de ejemplos de posibles consecuencias de la lluvia ácida.

### 2.1.2. Análisis didáctico

Es de vital importancia tener en cuenta a la hora de diseñar actividades cuáles son las ideas previas de los alumnos, las posibles dificultades a las que se pueden enfrentar, así como la demanda cognitiva que se requiera para cada propuesta.

Los alumnos poseen sus propias convicciones acerca de los procesos que tienen lugar en la naturaleza. Estas ideas las van construyendo a medida que entran en contacto con su entorno a partir de sus propias experiencias o interpretaciones de los hechos que observan desde mucho antes de estudiar ciencias en la escuela. En ocasiones estas construcciones no se corresponden con las teorías aceptadas por la comunidad científica. (Pozo y Gómez-Crespo, 2001).

Para el aprendizaje de esta disciplina es de vital importancia relacionar los contenidos con otras áreas y que el aprendizaje esté contextualizado haciéndolo más atractivo a través de la vinculación con nuestro entorno social, tecnológico o industrial.

Según podemos leer en el texto de Meroni, Copello y Paredes (2015) uno de los métodos para enseñar ciencias y facilitar su comprensión es a través de la enseñanza contextualizada de las ciencias, es decir, establecer relaciones con la vida cotidiana de los alumnos, dando respuesta a sus intereses y necesidades y se puedan formar como ciudadanos capaces de resolver problemas y tomar decisiones basándose en cuestiones científicas y tecnológicas.

Uno de los temas que se puede llevar al aula es el estudio del medioambiente. Se puede extraer de Soñora, Rodríguez-Ruibal y Troitiño (2009) que este tema motiva a los jóvenes y les resulta atractivo dado que está muy presente en la vida cotidiana y medios de comunicación, y los estudiantes lo perciben como algo cercano. Además, este tema presenta una gran versatilidad, pudiendo trabajarse con una gran variedad de metodologías permitiendo un aprendizaje activo, significativo y en estrecho contacto con la realidad.

A continuación, se van a comentar algunas de los principales contenidos y dificultades que se pueden encontrar en el desarrollo del proyecto.

### **Sustancias y Reacciones químicas**

El alumnado puede encontrar la química como una disciplina complicada debido a que centra su estudio en partículas no observables y conceptos complejos. Entre algunas de las dificultades que se extraen del texto de Méndez (2013) en el desarrollo de la enseñanza de las reacciones químicas podemos encontrar la diferenciación entre cambios físicos y químicos, la identificación de una transformación química como un cambio sustancial, la asimilación de que en una reacción química se produce una reorganización de los átomos o la interpretación del significado del ajuste estequiométrico de una reacción química entre otras.

Muchos estudiantes no comprenden los fenómenos químicos debido a la complejidad que conlleva observar procesos a nivel macroscópico e interiorizar las explicaciones a nivel de la teoría atómico-molecular.

### **pH**

Del texto de Jiménez, De Manuel, González-García y Salinas (2000) se puede destacar la desconexión entre los fenómenos cotidianos y los conceptos que se aplican en el aula señalando que los alumnos presentan dificultades a la hora de clasificar productos con los que estamos familiarizados como ácidos o bases. Se menciona que en muchas ocasiones los alumnos relacionan el concepto del pH a una disolución con mucha fuerza, venenosa o como una sustancia que quema, concluyendo muchos de ellos que solo beberían disoluciones neutras aun cuando estas preguntas se realizan a alumnos de los primeros cursos de universidad.

Este es un concepto que en el currículo de Aragón aparece por primera vez en 4º de Secundaria, pero existen diferentes opiniones acerca de cuál es el mejor momento para la introducción de estos conceptos puesto que desde mucho antes escuchan términos como lluvia ácida, caramelos ácidos, acidez de estómago, etc. Además, en la publicidad

o etiquetado de productos aparecen conceptos específicos de la química como el pH y la neutralización.

### **Medioambiente**

Como afirman García-Rodeja y Lima de Oliveira (2012) uno de los principales objetivos de la educación es que los estudiantes conozcan la naturaleza de los problemas ambientales para que sean capaces de tomar decisiones como ciudadanos responsables en el futuro. Sin embargo, esto presenta algunas dificultades.

Si bien muchos fenómenos observables son considerados claras consecuencias del cambio climático, una de las dificultades que se exponen al abordar esta temática es el hecho de que algunos de los problemas globales no son perceptibles de manera directa para las personas. Además, otras tienen lugar en áreas del planeta que son muy lejanas a nuestra situación geográfica como es el caso del derretimiento de los polos o son procesos tan graduales que prácticamente nos pasan desapercibidos. También se apunta la dificultad del debate científico debido a la gran diversidad de puntos de vista y la complejidad de los problemas globales, con interacciones entre causas y efectos.

#### 2.1.3. Metodología

La metodología que se seleccionó para el PID, que tiene una importante componente práctica y de contextualización, se determinó debido a que en la observación durante los Prácticum I y II se detectó la ausencia de experiencias prácticas y visuales en el transcurso de la asignatura. Las clases se limitaban al seguimiento del libro de texto y la resolución de ejercicios del mismo. Se apreciaba que tan solo una minoría de los alumnos participaba activamente en las sesiones y de modo general se podía apreciar que veían las reacciones químicas como un contenido descontextualizado sin ser del todo conscientes de que éstas se encuentran en nuestro entorno y están sucediendo de forma constante.

Además, surge a partir de la propuesta en el centro de realizar un proyecto ABP (aprendizaje basado en proyectos) multidisciplinar dentro de las áreas de Tecnología, Matemáticas y Física y Química y que tenía como finalidad aplicar el Método Científico a un problema real de la sociedad como es el cambio climático y el calentamiento global.

#### 2.1.4. Evaluación

El proceso de evaluación es una de las principales líneas de investigación dentro de la Didáctica de las Ciencias. Como se puede resaltar del texto de Albenza (2010) puede

resultar interesante trabajar con los alumnos fenómenos cotidianos relacionados con la ciencia dado que con frecuencia pasan desapercibidos para ellos.

Los contenidos que se transmiten en muchas de las clases de ciencias resultan clásicos, repetitivos y poco atractivos para los alumnos y esto se suele extender a los métodos de evaluación, que por lo general se conciben como algo complejo y de difícil agrado. Esta evaluación suele consistir en pruebas escritas cuyo contenido se encuentra descontextualizado para los alumnos y poco significativo.

Por esta razón, si se desean introducir metodologías innovadoras será necesario relacionar dichos modelos de enseñanza-aprendizaje de la didáctica de física y química con la evaluación de procesos de enseñanza y de resultados de aprendizaje.

La evaluación se debe realizar en diferentes momentos del proceso de enseñanza-aprendizaje. Es fundamental como punto de partida averiguar los conocimientos previos de los alumnos, así como si cuentan con ideas alternativas. También resulta interesante conocer a los estudiantes para saber sus intereses, hábitos o actitudes para establecer tanto los objetivos a enseñar como la manera de evaluarlos.

Del mismo modo es importante comprobar la adquisición de los conocimientos durante el proceso de modo que los alumnos puedan superar sus dificultades en espacios de tiempo cercanos al momento en que se detectan.

La evaluación final debería ir más allá de un listado de calificaciones que pueden resultar poco constructivas para los estudiantes. Se debería reforzar la detección de aquellos aspectos que no se hayan adquirido adecuadamente para proponer posibles soluciones y que no supongan un obstáculo para aprendizajes posteriores.

Además de averiguar el grado de adquisición de conocimientos por parte de los alumnos también resulta fundamental evaluar si la metodología puesta en práctica es la más adecuada para el trabajo de los contenidos seleccionados o de lo contrario qué aspectos se pueden mejorar de cara al futuro.

Desde la asignatura de Evaluación e Innovación Docente e Investigación Educativa se nos proponen algunos métodos de evaluación que se alejan del examen tradicional como pueden ser pruebas escritas que incluyan preguntas cuya respuesta exija relacionar conocimientos aplicándolos al análisis de situaciones no trabajadas anteriormente, realizar proyectos o trabajos que conlleven aplicar los conocimientos aprendidos, exposiciones orales sobre algún tema en el que haya que demostrar las relaciones con lo aprendido, juegos, responder de nuevo a cuestionarios iniciales para observar los cambios en el conocimiento, mapas conceptuales, etc. Algunos de ellos se implementan en las propuestas de los proyectos.

En concreto en el PID se realiza, por un lado, la evaluación de los contenidos trabajados para tratar de comprobar si los alumnos los han comprendido a partir de las experiencias propuestas. Para ello se realiza un cuestionario inicial para conocer el punto de partida antes de llevar a cabo las actividades. Del mismo modo se realiza un cuestionario final con algunas preguntas semejantes para contrastar si los alumnos han avanzado en su proceso de aprendizaje.

Por otro lado, se propone la resolución de una serie de cuestiones que solicitan la opinión de los alumnos acerca de las actividades propuestas, así como sugerencias de posibles mejoras.

De esta forma se desea comprobar si las actividades son adecuadas para la transmisión de los contenidos deseados, si despiertan el interés de los alumnos y se permite estudiar aspectos para que se mejore su puesta en práctica.

## **2.2 Justificación del Proyecto Didáctico**

### 2.2.1. Análisis del contenido

En este proyecto se plantea la realización de una serie de actividades siguiendo la línea de la temática del medioambiente, pero esta vez repartidas entre los diferentes cursos en los que se imparte la asignatura de física y química desde segundo de Educación Secundaria hasta segundo de Bachillerato. En cada una de las etapas se desea trabajar esta temática a través de la adaptación de algunos contenidos incluidos en el currículo para cada nivel.

En la propuesta para el curso de 2º de ESO se propone trabajar la diferenciación entre cambios físicos y químicos, entre sustancias puras y mezclas y algunos métodos de separación de mezclas heterogéneas.

En 3º de ESO se abordará la temática elegida a través del estudio de las reacciones químicas, incorporando el ajuste estequiométrico y se introduce el concepto de pH, acidez y basicidad. Esta propuesta es semejante a la que se ha detallado previamente en el PID.

En la actividad que se diseña para 4º de ESO se desean estudiar algunos procesos industriales, así como profundizar en el conocimiento de algunas fuentes de energía incidiendo en las consecuencias ambientales que conllevan.

En 1º de Bachillerato se quiere relacionar el cuidado del medioambiente con el conocimiento de la química del carbono, más concretamente de los polímeros y otros nuevos materiales.

Finalmente, en 2º de Bachillerato se desea trabajar las reacciones de oxidación-reducción a través del diseño de diferentes pilas y la importancia de controlar los metales pesados.

### 2.2.2. Análisis didáctico

Para el diseño de las actividades es fundamental situar al alumno en el centro del proceso de enseñanza y aprendizaje. Por esta razón, como se nombra con anterioridad, al tratarse de una secuencia que se desarrolla a lo largo de diferentes cursos académicos, será de gran importancia analizar las características de los estudiantes en cada etapa y estudiar en profundidad el currículo en cada ciclo.

En la justificación del Proyecto de Innovación se han comentado algunos principios en los que se basa la metodología empleada, así como algunas de las dificultades a las que se pueden enfrentar los alumnos a la hora de realizar las actividades diseñadas. Dado que la propuesta para el curso de 3º de ESO dentro de la secuencia de actividades diseñadas para el PD es similar a la expuesta en el apartado anterior, habrá que tener en cuenta también en este apartado la información acerca de las sustancias y reacciones químicas, el pH y, sobre todo, el medioambiente ya tratada.

Además del estudio de estos conceptos, en este trabajo también se podrían encontrar algunas otras situaciones a analizar.

### **Sustancias puras y mezclas**

Como se puede contrastar en el texto de Paixão (2004), en nuestro alrededor la gran mayoría de los materiales que podemos encontrar están formados a partir de mezclas de sustancias. En ocasiones éstas deben pasar por métodos de separación para obtener a partir de ellas sustancias puras. Estos procesos de separación de sustancias se desarrollan no solo en laboratorios e industrias sino también en nuestro día a día. Debido a la importancia que estos procesos tienen a nivel social y tecnológico se introducen en la enseñanza los “procesos de separación de componentes de mezclas” en Educación Secundaria.

Muchos autores apuestan por el tratamiento de este tema desde una perspectiva CTS. Este contenido se enmarca dentro de otros ámbitos más extensos que buscan averiguar cómo está formado el mundo material.

Esta temática puede resultar muy versátil en cuanto a las posibilidades de ser abordada. Permite la instrucción de experiencias prácticas, realización de excursiones, por ejemplo, depuradoras, debates, lectura y análisis de textos, etc.

## **Fuentes de energía**

Martín-Gámez, Prieto y Jiménez (2013) afirman que en la actualidad hay una tendencia de enfocar la enseñanza basando los aprendizajes científicos y tecnológicos en problemas de actualidad como por ejemplo el efecto invernadero o la dependencia energética. Este tipo de dinámicas, conocidas como “problemas socio-científicos” deben conllevar preferiblemente controversia e interdisciplinariedad. De esta forma se puede interesar al alumno por los contenidos que se trabajan en el aula desde nuestra asignatura dado que implican problemas reales que promueven la búsqueda de soluciones tanto a nivel individual como colectivo.

El tema de la energía se puede considerar básico y puede ser concebido como núcleo de unión entre diferentes ramas de la ciencia, a la vez que puede resultar un contenido próximo al entorno de nuestros alumnos.

Desde el aula se puede favorecer que los alumnos comprendan y se conciencien sobre la importancia del problema de la energía a nivel global de forma que puedan poner en práctica algunas acciones asociadas a su consumo.

### 2.2.3. Metodología

Motivar a los estudiantes supone un gran reto por lo que implementar metodologías que permitan seleccionar temas que puedan interesar y que los alumnos consideren relevantes para su vida puede ser una buena alternativa. Además, de esta forma se puede favorecer el aprendizaje cooperativo y colaborativo. Se espera que esto permita a los alumnos afrontar de manera más efectiva las actividades y problemas que se plantean valorando todas las opciones que se propongan.

El proyecto que se describirá en el siguiente apartado tendrá con finalidad que los alumnos conozcan más en profundidad y se conciencien acerca de un problema global y sean capaces de actuar, en primera instancia, en su entorno más cercano. Además, se pretende que trabajen con diferentes aplicaciones y recursos web de forma que se familiaricen con el uso de las TIC.

En este mismo proyecto también se propone la lectura y análisis de noticias. Como se comenta en García-Carmona (2014), otro método idóneo para trabajar y familiarizar a los alumnos con la ciencia y sus aplicaciones es a través del análisis de noticias de contenido científico de la prensa diaria.

En este mismo artículo encontramos una referencia de Oliveras y Sanmartí (2009) en la que apuntan que la lectura de textos con contenido científico de diferentes fuentes es básica para el aprendizaje de las ciencias, tanto para facilitar la comprensión de algunos



fenómenos como para desarrollar en los estudiantes algunas capacidades que les ayudarán a desenvolverse en su futuro y a ser críticos ante problemas de índole social.

Por esta razón, si uno de los fines que persigue la educación científica es que los alumnos tras finalizar su escolarización sigan interesándose por aprender de y sobre ciencia, hay que tener en cuenta el potencial de las noticias de prensa con contenido científico, no solo por éste, sino también por la información que transmiten que permiten construir un conocimiento científico que proporcionará un pensamiento crítico y reflexivo.

Las actividades que se describen cuentan con diferentes experiencias de laboratorio. Como se apunta en el texto de González y Crujeiras (2016), este tipo de actividades prácticas tienen un gran potencial como recurso de aprendizaje. El uso de actividades de observación e indagación puede facilitar al alumnado la comprensión de algunos fenómenos científicos, especialmente aquellos más abstractos como sería el ejemplo de las reacciones químicas.

Dentro del Proyecto Didáctico se propone la realización de debates en el aula. Según Solbes, Ruiz y Furió (2010) la implementación de este tipo de actividades permite que los alumnos mejoren su capacidad de argumentación. Esta experiencia será especialmente positiva cuando se traten temas que se puedan considerar con enfoque CTS (ciencia, tecnología y sociedad) y alberguen diferentes posturas y valoraciones sociales. Puede resultar un buen método para mejorar la actitud de aquellos alumnos que se muestren menos interesados por las ciencias. La importancia de esta competencia argumentativa se puede observar en que los informes PISA incluyen en su evaluación la capacidad de interpretar evidencias y extraer conclusiones para construir el conocimiento científico.

Con esto se persigue que los estudiantes sean tolerantes con las opiniones de los demás y puedan nutrirse de ellas al mismo tiempo que están adquiriendo nuevos conocimientos que les servirán para poder ser críticos con algunos de los temas de actualidad en la sociedad. Se enmarca dentro de esta asignatura para que los alumnos puedan fundamentar sus argumentos en conceptos y bases científicas.

Así, se podría resumir que el desarrollo de estos proyectos pretende responder a la eterna pregunta de los estudiantes de “*y esto, ¿para qué sirve?*” intentando que sientan que los conocimientos que adquieren tienen una aplicación y un significado en la sociedad actual de los alumnos. Se busca salir de un sistema de enseñanza puramente transmisivo, involucrando al alumno en su proceso de enseñanza-aprendizaje en el que se impliquen otras competencias fomentando al mismo tiempo la educación social y cívica, así como la iniciativa.

#### 2.2.4. Evaluación

La secuencia de actividades propuesta para este proyecto tiene unas características especiales dado que se dividen entre diferentes cursos académicos. Además, este trabajo persigue dos objetivos diferentes, por un lado, pretende trabajar contenidos correspondientes al curso donde se imparten y, por otro, elaborar una serie de propuestas para mejorar la sostenibilidad del centro donde se desarrolle el proyecto.

Así, para la evaluación de contenidos más teóricos se pueden analizar guiones de laboratorio, cuestionarios iniciales, finales, la información expuesta en los debates, etc.

Por otro lado, para comprobar si las actividades han calado en nuestros alumnos y han servido para concienciarles de la importancia de las pequeñas acciones para mejorar la situación actual, se analizarán sus propuestas en base a las actividades realizadas y a la puesta en común de las mismas.

#### Factores que pueden afectar al desarrollo de ambos proyectos

Uno de los factores que podrían afectar al desarrollo de las actividades sería el número de alumnos en el aula. Si bien las propuestas no conllevan una gran dificultad metodológica, sobre todo la experiencia en el laboratorio podría resultar algo más compleja con un gran número de alumnos. Si este fuera el caso, habría que hacer grupos más numerosos por lo que cada alumno individualmente participaría menos en el procedimiento. Además, podría resultar algo complicado poder comprobar que todos observen los cambios necesarios y que sigan las indicaciones de la práctica.

También sería recomendable la presencia de un laboratorio en el centro donde se realiza la práctica. La actividad relacionada con la velocidad de reacción se puede desarrollar perfectamente en el propio aula, sin embargo, la experiencia planteada para estudiar la lluvia ácida podría ser más interesante desarrollarla en el laboratorio. Los materiales que se precisan son característicos de este lugar y además puede ser una buena oportunidad para que los alumnos comiencen a familiarizarse con su uso y con este espacio.

Otro factor para tener en cuenta es la disponibilidad del centro de recursos tecnológicos. Para poder desarrollar las actividades de análisis de artículos periodísticos de la manera en la que está planteada es necesario el acceso a internet por lo que es preciso que el centro disponga de una sala de ordenadores, chromebooks, tablets, etc.

### **3. Presentación de los trabajos seleccionados**

En este apartado se pretende describir en líneas generales los proyectos seleccionados aportando una visión actual y como alumna en el periodo de finalización del Máster.

#### **3.1. Proyecto de Innovación Docente**

Como ya se ha comentado, este trabajo fue llevado a la práctica con alumnos de 3º de Secundaria por lo que a continuación se analizará la experiencia de la puesta en práctica.

##### 3.1.1. Descripción del proyecto

El Proyecto de Innovación Docente se desarrolla durante el Prácticum III en el colegio La Salle Montemolín en la asignatura de Física y Química en el curso de 3º de Educación Secundaria. En este proyecto se pretenden cubrir algunos de los contenidos del bloque de Cambios Químicos. Se parte de la premisa de que ya se ha introducido a los alumnos algunos conceptos básicos de esta unidad como la diferencia entre cambios físicos y químicos, la definición de reacción química y se ha realizado algún ajuste estequiométrico.

Atendiendo al contexto que se comenta, las actividades de este proyecto persiguen diferentes objetivos. En primer lugar, se pretenden introducir aquellos factores que pueden afectar a las reacciones químicas, concretamente a su velocidad. Asimismo, se desea repasar algunos conceptos relacionados con las reacciones químicas como son los reactivos y productos o ajustes estequiométricos trabajando con compuestos químicos y reacciones que están implicados en procesos relacionados con la contaminación y el cambio climático para lo que se desarrollará una experiencia en el laboratorio.

En esta misma línea se propone el análisis de algunos textos extraídos de diferentes periódicos y la posterior realización de una serie de cuestiones relacionadas para facilitar la comprensión, aplicando de esta forma contenido teórico a casos reales. Se pretende así introducir a su vez la química en la sociedad y el medioambiente.

Para el desarrollo del proyecto se han dedicado 3 sesiones.

#### **Sesión 1**

La primera de ellas se destina a realizar un cuestionario para el conocimiento de las ideas previas de los alumnos acerca de la química y el medioambiente que se recoge en el **Anexo I**. Además, se repasan algunos unos conocimientos que servirán de base para el desarrollo y comprensión del resto del proyecto, entre los que se estudiará la

velocidad de reacción y los factores que pueden modificarla. Para ello se realizan diferentes pequeños experimentos en el aula con grupos de 3-4 alumnos.

### **Sesión 2**

En la segunda sesión se realiza una experiencia de laboratorio estructurada en dos partes. En la primera de ellas se trabaja el concepto de pH y se analizarán diferentes muestras cotidianas. En la segunda parte se hace una simulación del efecto que puede tener la lluvia ácida en algunos elementos de nuestro entorno para repasar algunos contenidos del bloque de los Cambios Químicos al mismo tiempo que se desea concienciar de la importancia de la contaminación y de controlar las emisiones.

### **Sesión 3**

En la tercera hora se proporciona a los alumnos unas noticias relacionadas con la contaminación y el medioambiente extraídas de diferentes diarios y deben responder a una serie de cuestiones. Entre ellas hay algunas que se responden extrayendo información directamente del artículo y otras sobre las que deberán investigar, consultando su libro de texto u otros sitios web.

Éstas están pensadas para tratar de facilitar la comprensión de las mismas. Para ello, los alumnos trabajan en los grupos formados de manera habitual en el aula, de 3-4 personas, y emplean los Chromebooks de los que dispone el centro.

#### **3.1.2. Experiencia en el aula y resultados**

### **Sesión 1**

Del análisis de ideas previas se pudo extraer que los alumnos en su mayoría desconocen el concepto de pH, si bien lo relacionan a algunos productos cotidianos como el jabón, champús, etc. Este hecho requiso introducir el concepto del pH realizando una breve experiencia previa al experimento de la lluvia ácida de la segunda sesión para que los alumnos pudieran comprenderlo de manera más clara.

A modo general todos los estudiantes conocen algunas ideas de las consecuencias del cambio climático y relacionan algunas sustancias químicas con él, si bien este conocimiento podría considerarse en cierto modo superficial y podría ser interesante ir trabajándolo junto con algunos conceptos físico-químicos para comprenderlo en mayor profundidad y así poder argumentar y consolidar sus ideas iniciales. La mayoría de los estudiantes desconocían el concepto de la lluvia ácida, su origen y consecuencias.

En relación con las diferentes experiencias que se realizaron en el aula relacionadas con los diferentes factores que podían afectar a la velocidad de reacción se lanzaron dos preguntas en el cuestionario final. Aunque una gran parte respondió de forma satisfactoria, algunas respuestas no terminaban de afinar la justificación al efecto de la temperatura sobre la velocidad de reacción.

## **Sesión 2**

Una vez finalizada la experiencia de laboratorio se pidió a los alumnos que completaran el guion de la práctica y lo entregaran en la siguiente sesión.

En los apartados correspondientes a la primera parte no se detecta ningún tipo de problema para analizar las diferentes muestras y clasificarlas en función de su pH, tan solo se observa algo de variabilidad en los valores obtenidos para el grado de acidez de las diferentes muestras de agua dada la mayor posibilidad de interpretación de las diferentes tonalidades de verde que aparecían.

La práctica se desarrolló sin dificultades en los tres grupos de tercero, si bien fue algo más dinámica y sencilla de guiar en el grupo menos numeroso. La gran mayoría de los alumnos mostraron interés lanzando preguntas de manera asidua y resolviendo a las cuestiones del guion si bien hubo unos pocos que lo completaron de manera muy superficial. No se encuentran grandes dificultades a la hora de realizar los ajustes estequiométricos salvo en el caso del clavo de hierro. Quizá se deba a uno de los productos que se obtiene es el  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ , un compuesto con el que no están familiarizados dado que en su estudio de nomenclatura solo han trabajado sales binarias y oxoácidos.

Se puede comprobar cómo tras la realización de la práctica los alumnos relacionan la importancia de controlar las emisiones con el posible aumento de la acidez de la lluvia, además de la disminución de la capa de ozono o el aumento de la temperatura global que ya mostraron conocer de antemano. Además, una gran mayoría demuestra haber comprendido el concepto del pH, sin embargo, se pueden encontrar algunas respuestas que relacionan el pH del agua medida con agua “limpia y sucia”.

## **Sesión 3**

En el desarrollo de la lectura de las noticias y su correspondiente cuestionario se encontraron algunas dificultades. Aquellas preguntas que iban directamente relacionadas con la noticia no supusieron grandes dificultades, sin embargo, las que requerían consultar otras fuentes supusieron una mayor complejidad para los alumnos.

Se detectaron importantes diferencias actitudinales entre unos grupos y otros. Algunos se repartieron las tareas desde el comienzo y trabajaron de una forma

cooperativa administrando correctamente el tiempo del que disponían. Por el contrario, hubo un par de grupos que tan solo respondieron a las primeras cuestiones.

A la hora de responder a las preguntas del cuestionario final relacionadas con esta actividad se encuentra un menor porcentaje de acierto. Esto puede ser debido a que, dado el breve tiempo que se pudo destinar al desarrollo de esta actividad, los alumnos de cada grupo se dividieron el trabajo para responder todas las preguntas sin cubrir todos los alumnos cada una de las cuestiones propuestas.

De las conclusiones finales que se extraen de los alumnos se puede afirmar que los estudiantes aprendieron el concepto de pH, que a veces no se introduce hasta 4º de ESO, pero considero que puede resultar interesante dado que es un término con el que tratamos comúnmente en nuestro día a día. Del mismo modo comentan haber aprendido no solo consecuencias del cambio climático, sino que han mejorado su comprensión y el alcance de las reacciones químicas. A modo general han disfrutado de la metodología empleada, solicitando una mayor incorporación de experiencias prácticas al desarrollo de la asignatura porque afirman que facilita su comprensión y despierta tu interés viendo algunas aplicaciones de lo que estudian en el aula.

### 3.1.3. Propuestas de mejora

Tras haber desarrollado este proyecto considero que una de las mayores dificultades para desarrollarlo ha sido la falta de tiempo. En mi opinión sería imprescindible poderle dedicar al menos una sesión más para poder hacer una puesta en común y una reflexión de cada una de las actividades realizadas, en la que se pueda compartir los aprendizajes de los alumnos, así como sus dificultades para poder diseñar posteriores tareas que cubran estas deficiencias que hayan encontrado.

Sería interesante poder analizar los ajustes estequiométricos propuestos en el guion con más detenimiento en conjunto con toda la clase para poder resolver aquellos ejemplos que han supuesto más dificultades. Del mismo modo, se podría dedicar una buena parte de la sesión de repaso a la puesta en común de las investigaciones que cada alumno a título individual ha realizado acerca del análisis de noticias para que todos acabaran comprendiendo la totalidad los aspectos que se plantean.

Una vez estudiadas más en detalle las consecuencias que puede tener la contaminación en nuestro entorno, al finalizar las actividades del proyecto podría ser recomendable dedicar tiempo a reflexionar con los alumnos acerca de qué medidas podríamos adoptar en nuestro día a día o transmitir a nuestras personas más allegadas para tratar de frenar poco a poco este fenómeno.

Asimismo, si se dispusiera de más tiempo, el proceso de evaluación podría ser más completo. En el desarrollo del proyecto se analizaron con este fin las preguntas de un

cuestionario inicial, los guiones de laboratorio y se realizaron unas preguntas finales que pretendían comprobar si los alumnos habían comprendido los contenidos que se deseaban cubrir. De esta forma se espera poder comprobar el aprendizaje de los alumnos durante el propio proceso y no solo al final pudiendo ofrecer una retroalimentación de manera regular. No obstante, podría enfocarse también de otro modo para que los estudiantes aprendieran a autoevaluarse y co-evaluarse para que concibieran esta evaluación como algo valioso para su aprendizaje.

En cuanto a la selección de los experimentos propuestos para el estudio de los factores que pueden modificar la velocidad de la reacción demostró facilitar la comprensión de este contenido para los alumnos. Sin embargo, para no salirse de la línea del proyecto, podría plantearse modificar algunos de estos ejemplos por otros que pudieran estar más relacionados con el medioambiente. Si por el contrario se mantienen las experiencias propuestas, otra opción podría ser relacionar estos factores con reacciones que tengan lugar en el entorno, pudiendo también introducir la importancia del ascenso térmico global atendiendo a la temperatura como uno de los factores a estudiar.

### **3.2. Proyecto Didáctico**

Este proyecto consta de diferentes actividades propuestas para las diferentes etapas en las que se cursa la asignatura de Física y Química. Se pretende abordar la temática del medioambiente a través de diferentes actividades que se adaptan a los contenidos que se trabajan en cada curso. Está diseñado con la idea de que se realicen todas ellas en el mismo año natural y que, tras su puesta en práctica, se pueda destinar en el centro una sesión a la puesta en común de todos los avances de cada grupo para poder elaborar finalmente una serie de medidas para mejorar la sostenibilidad del centro de forma conjunta y sensibilizar acerca de la gestión de residuos. Esta sesión podría tener lugar en la “Semana de la Ciencia”, el día del medioambiente, etc. Apuntaría que este proyecto no se ha podido llevar a la práctica por lo que el apartado de evaluación es tan solo una aproximación a aquellos posibles factores que podrían valorarse a la hora de realizarla.

#### 3.2.1. Descripción del proyecto

##### Actividad 1

La primera de las actividades se propone en el segundo curso de secundaria en el estudio del bloque de “La materia” dado que requiere que los alumnos sean capaces de diferenciar tipos de mezclas y conocer diferentes procesos de separación de las mismas.

A modo de introducción se plantea una actividad en la que los alumnos deberán clasificar algunas sustancias que podemos encontrar en nuestro entorno en función de si son elementos o compuestos, mezclas homogéneas o heterogéneas, así como diferentes transformaciones en cambios físicos o químicos. Una vez repasados estos conceptos se propone la actividad central de este primer bloque. Se pretende realizar una simplificación del proceso de depuración de aguas residuales pudiendo aplicar algunos de los métodos de separación que se tratan en este curso a un problema real.

### **Actividad 2**

Este bloque se corresponde con las actividades descritas en el apartado anterior del Proyecto de Innovación Docente. En este punto se plantea la introducción del concepto del pH y se trabajan algunos aspectos de las reacciones químicas a partir de la simulación de algunas consecuencias del fenómeno de la lluvia ácida y se propone la lectura y análisis de algunos textos periodísticos relacionados con la contaminación y el cambio climático.

### **Actividad 3**

La actividad que se propone en 4º de Secundaria se centra en un análisis de diferentes procesos industriales y fuentes de energía. De este modo se plantea una actividad basada en dos debates dirigidos sobre temáticas que generan controversia y se pueden analizar desde diversos enfoques. En ambos se formarán grupos reducidos para facilitar la búsqueda y comprensión de la información.

### **Actividad 4**

En la cuarta actividad de esta secuencia se propone profundizar en el tema de los plásticos analizando su estructura, síntesis y propiedades. En esta actividad se solicita que propongan una serie de medidas para reducir el excesivo uso de plástico que está deteriorando gravemente la calidad de nuestros ecosistemas planteando también alguna reflexión acerca de la posibilidad de vivir en la actualidad en un mundo sin plásticos.

### **Actividad 5**

Como última actividad de esta secuencia se propone a los alumnos que diseñen una pila a partir de una serie de materiales que se les ofrecerán. Dentro de las opciones de diseño de las que disponen podrán encontrar pilas que proporcionen una mayor energía pero que a su vez sean altamente contaminantes frente a otras con menores rendimientos, pero también menos perjudiciales. Se deberá justificar los procesos que



tienen lugar mediante el método del ion-electrón. La idea es que reflexionen acerca de la importancia de gestionar los residuos que provienen de pilas y baterías.

### 3.2.2. Propuesta de evaluación

Este proyecto cuenta con una gran variedad de componentes para poder reflexionar y evaluar. Esta propuesta tendría dos partes diferenciadas distinguiendo entre los contenidos más teórico/prácticos correspondientes a cada etapa y aquellos con una componente más actitudinal.

Para evaluar si se han alcanzado los primeros, habría que realizar un análisis de cada actividad a nivel individual y valorar si los alumnos han adquirido los contenidos que se pretendía cubrir con las mismas. Esto se podría llevar a cabo de diferentes maneras dependiendo de cada práctica concreta: cuestionarios finales, informes de laboratorio o el propio análisis del resultado final del proyecto, en formato póster, vídeo o maqueta. Para el ámbito más disciplinar se podrá valorar, en primer lugar, las reflexiones y conclusiones a las que lleguen los alumnos de los diferentes cursos tras la realización de cada una de las actividades expuestas atendiendo a la sensibilización mostrada y las medidas propuestas.

Además, puede pedirse a cada alumno que realice un cuestionario de autoevaluación al final del proyecto con el objetivo de fomentar su autorregulación. De esta manera, cada estudiante podrá valorar qué objetivos ha entendido mejor o peor, y por tanto a qué contenidos necesita prestar más atención en las sesiones teóricas.

Por otro lado, se podrá tener en cuenta el modo en que transmitan los aprendizajes y la concienciación que hayan adquirido, así como la adaptación de sus mensajes para que los alumnos de todos los niveles sean capaces de comprenderlos.

Para recoger estos aprendizajes y valorar la iniciativa de los alumnos se propone la realización de un dossier de buenas prácticas que se puedan implementar para mejorar la sostenibilidad a nivel de centro o incluso propuestas más ambiciosas.

### 3.2.3. Propuestas de mejora

Si bien este proyecto no se ha podido llevar a la práctica para comprobar más allá del papel sus aspectos positivos y sus carencias, se pueden proponer algunos aspectos que se consideran que podrían repercutir positivamente en su desarrollo.

Los posibles aspectos de mejora de la actividad 2, como es semejante al Proyecto de Innovación ya se han comentado con anterioridad.

La actividad 3 propuesta para 4º de ESO puede resultar de gran dificultad dada la ambigüedad y la amplitud que abarca. Si se desean cubrir todas las industrias y fuentes de energía propuestas considero que sería recomendable proporcionar a los estudiantes información previamente seleccionada de forma que pudieran elaborar sus argumentos sin problemas. Se trata de procesos muy complejos que para este nivel de formación tendrían que ser cuidadosamente trabajados y tratados.

Quizá podría ser también recomendable analizar recursos periodísticos o artículos de opinión para poder ser partícipes de las posibles posturas que se pueden encontrar en la sociedad y, tras haber trabajado un poco más en detalle el trasfondo científico, comprobar si su opinión cambia o se mantiene invariable.

Por otro lado, la actividad 5 que se propone para 2º de Bachillerato puede considerarse que, pese a estar enfocada a la producción de energía y la importancia de controlar los residuos de metales pesados, puede quedar un poco fuera de la línea del resto de actividades. Así, podrían proponerse otro tipo de actividades más relacionadas con los procesos asociados al reciclaje y separación de residuos.

Previamente se ha comentado la dificultad encontrada a la hora de proponer una evaluación para esta serie de actividades. Por un lado, en cada curso se deben valorar si se han adquirido los contenidos más teóricos. Para ello se puede proponer el análisis de guiones, reflexiones, cuestionarios y el contenido de los diferentes “productos finales” que se elaboren. Del mismo modo que se comentaba para el proyecto anterior, estas evaluaciones podrían realizarse como autoevaluación o co-evaluaciones en las que sean los propios compañeros lo que valoren los trabajos de los demás y de esta forma hacer partícipes a los alumnos de todas las etapas del proceso de enseñanza. Se podría plantear que la clase en conjunto elaborara los criterios que se van a seguir a la hora de evaluar los diferentes trabajos realizados.

Además, quizá sería necesario concretar y limitar más las pautas para elaborar los citados “productos finales” para que se alcancen los objetivos propuestos sin que los alumnos se puedan dispersar por otros aspectos más complejos y se pueda lograr así que todos los alumnos de los diferentes cursos sean capaces de comprender la esencia de cada una de las actividades, aunque los contenidos más técnicos todavía sean complejos para la etapa en la que se encuentran.

## **4. Reflexiones**

Ya se ha comentado en varias ocasiones a lo largo del trabajo la importancia de dedicar tiempo a la reflexión en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Como ya apuntaba Hodson (1994) se pueden obtener grandes beneficios si invitamos a nuestros alumnos a reflexionar sobre sus aprendizajes, pudiéndose reducir el tiempo destinado a los trabajos prácticos y dedicárselo a la reflexión de aquellas actividades que se desarrollen. En el texto citado se define la práctica de la ciencia como una actividad reflexiva y esto es lo que permite que nuestros conocimientos mejoren y los procedimientos se perfeccionen.

En los siguientes apartados se realizará en primer lugar una reflexión de los proyectos presentados y, a continuación, se reflexionará sobre la función de los docentes atendiendo también a la importancia que ha tenido el desarrollo de los trabajos expuestos en nuestro periodo de formación.

### **4.1. Reflexión crítica de los proyectos seleccionados**

La realización de este tipo de proyectos en la etapa de formación de profesorado puede ser una gran oportunidad para introducirnos en aquellas tareas que tendremos que llevar a cabo de manera constante en nuestro futuro como docentes. Dada la dificultad asociada al diseño de actividades e implementación de metodologías que resulten beneficiosas para el aprendizaje de nuestros alumnos, este periodo de formación supone una primera oportunidad para arriesgarnos y realizar nuestras primeras propuestas aconsejados y guiados por tutores y profesores.

Los dos proyectos que se han seleccionado para este trabajo se han realizado en los últimos meses del periodo formativo del Máster. Pese a ello, si se dedica tiempo a analizarlos una vez llevados a la práctica o defendidos, siempre se pueden detectar puntos para modificar y mejorar de los mismos. Creo que del mismo modo es importante concretar aquellos aspectos que mejor han funcionado y se han considerado más positivos para reforzarlos y seguir trabajando con ellos.

Como se cita con anterioridad, estos proyectos persiguen motivar al alumnado, pero esto solo se consigue si los objetivos que se plantean están a su alcance. Para ello es necesario que el docente, a partir de la observación o de cuestionarios previos conozca el punto de partida de sus alumnos antes de desarrollar las actividades.

Destacaría que la mayoría de las actividades se proponen desarrollarlas en grupos reducidos entre 3 y 4 personas preferiblemente. Por todos es ya conocido que el trabajo cooperativo y colaborativo puede repercutir muy favorablemente en el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, sería interesante que el docente

estudiara las características de sus alumnos a la hora de conformar los grupos de tal forma que todos los estudiantes se implicaran en el desarrollo de las tareas.

Para ello puede resultar interesante el reparto de roles que pueden ir rotando a lo largo del desarrollo de las actividades. Una posibilidad sería establecer, por ejemplo, un coordinador que controlara el cumplimiento del plan de trabajo y comprobara que todos los componentes siguen el proceso, un secretario que anotara las decisiones, acuerdos y se comunicara con los demás grupos y el profesor, un moderador que controlara los tiempos, turnos de palabra o la toma de decisiones y un supervisor que controlara el material, los roles, el orden y organización del trabajo.

Uno de los aspectos que no se ha comentado en el diseño de los proyectos ha sido la necesidad de adaptarse a las diferentes necesidades de los alumnos. Estos han sido descritos en líneas generales, pero a la hora de desarrollarlos habría que tener en cuenta las características de cada grupo, desde sus intereses hasta la presencia de alumnos con necesidades especiales.

Además, si entre el grupo de estudiantes cuenta con algún alumno con dificultades de aprendizaje sería necesario adaptar los objetivos a sus características de forma que no supusieran una frustración y, por el contrario, conllevaran una experiencia satisfactoria. Del mismo modo, si tenemos algún alumno con altas capacidades o más aventajado en algunos temas con respecto al resto de los compañeros, se le podría solicitar que realizara algún tipo de tarea complementaria para que no se desmotivara ante la facilidad de los objetivos.

Otro aspecto que se debería analizar más detenidamente en los trabajos es el de la evaluación. Como ya se comenta en la justificación, es necesario evaluar de una forma coherente con respecto a los objetivos que se establecen y las metodologías que se trabajan en el desarrollo de los proyectos, si bien en mi opinión es una de las partes más complejas a la hora de diseñar actividades.

Como aspectos positivos destacaría la introducción de actividades experimentales y visuales como pueden ser la “depuración” de las muestras de agua o la práctica de la lluvia ácida. En mi opinión considero que esta última fue especialmente bien acogida cuando se desarrolló en el centro dado que los grupos que la llevaron a cabo estaban acostumbrados a una enseñanza tradicional y en la que el trascurso de las clases se basaba en el trabajo con los libros de texto. Por tanto, este tipo de actividades supusieron una salida de su rutina y se mostraron más receptivos e interesados a la hora de realizarla. Aun así, apuntaban que habían comprendido mejor algunos conceptos y consideraban que la introducción de experiencias prácticas podía ser interesante para mejorar su proceso de aprendizaje.

A lo largo de los proyectos se pretenden introducir actividades que permitan aprendizajes enriquecidos por las TICs que favorezcan que los alumnos hagan uso de las tecnologías para que el proceso de aprendizaje pueda resultar más atractivo.

Por otro lado, el análisis de noticias y otros artículos considero que es un método interesante para que los alumnos sientan que lo que estudian tiene una fundamentación y que su comprensión les será de utilidad para entender la importancia de algunos fenómenos presentes en el mundo que les rodea. De esta forma serán capaces de tomar decisiones fundamentadas pudiéndose formar como ciudadanos críticos.

Esta actividad se ha propuesto en diferentes cursos, en 3º de Secundaria relacionada con las emisiones y contaminación atmosférica o en 1º de Bachillerato con el estudio de los polímeros. Ambos son temas que a diario podemos escuchar en las noticias o leer en las redes sociales. En ellas podemos encontrar a grandes líderes políticos que niegan la existencia del cambio climático frente a organizaciones que luchan por disminuir las emisiones a nivel mundial. En nuestro propio país también hemos podido escuchar debates acerca de la necesidad o no de disminuir el tráfico de los principales núcleos urbanos o las cada vez más numerosas campañas para frenar el extendido uso de los plásticos.

Considero que es interesante relacionar, siempre que se pueda, todas estas informaciones con las que sin duda se encuentran nuestros estudiantes a diario con los contenidos que se trabajan en el aula. Contextualizar los aprendizajes puede ser una buena metodología para despertar interés en los alumnos, especialmente en aquellos que sienten una menor atracción hacia el conocimiento científico. Así, los proyectos que se han diseñado han tratado de seguir un enfoque CTS.

Si bien no se han llevado a la práctica y no se puede analizar el resultado que ofrecerían, plantear debates dirigidos en clase puede considerarse una actividad adecuada por diferentes razones. En primer lugar, invita a los alumnos a tratar de fundamentar sus argumentos más allá de la información que hayan podido recibir de su entorno. Además, se enfrentarán a opiniones de otros compañeros que pueden ser completamente diferentes a las propias lo que puede favorecer por un lado que abran su mente y sean más receptivos a otras ideas y sean tolerantes con otros puntos de vista. Esto puede ser positivo para el desarrollo de sus relaciones sociales a lo largo de su vida.

Más allá de que la metodología pueda ser efectiva por diferentes razones ya expuestas, es necesario que el docente actúe en todo momento como moderador favoreciendo un clima de respeto y tolerancia. Además, debe haber estudiado el tema previamente en detalle para poder guiar el debate y lanzar preguntas o afirmaciones que puedan generar controversia entre el alumnado.

Por esta razón, tal y como se plantea la actividad en el punto anterior puede resultar demasiado amplia y ambigua dada la complejidad y la cantidad de factores a analizar en cada una de las industrias y fuentes de energía. Quizá sería más apropiado seleccionar un menor número de opciones para poder profundizar más en ellas y concretar tanto las preguntas a resolver como limitar y proporcionar un listado de recursos a leer y analizar. También podría ser interesante plantear la lectura de artículos de opinión de diferentes ideologías para poder analizar los puntos a favor y en contra de cada uno de ellos.

Otro de los puntos que modificaría si pudiera desarrollar de nuevo el PID sería la distribución de tiempos. Las tres sesiones en las que se llevó a cabo resultaron insuficientes para poder poner en común todos los contenidos trabajados y la información obtenida a partir de la lectura de las noticias. Tras la recogida de los guiones y las cuestiones asociadas a los textos periodísticos se observaron algunas carencias que ya se han comentado con anterioridad que considero habrían sido necesarias cubrir las con posterioridad. De esta manera se podrían haber repasado aquellos ajustes estequiométricos que supusieron una mayor dificultad para los estudiantes, se podría reforzar el concepto del pH que también mostró cierta ambigüedad en algunos alumnos y se comentarían las reflexiones asociadas a las noticias propuestas de tal forma que todos fueran conocedores de la misma información.

Como el Proyecto de Innovación Docente se vio algo restringido de tiempo, la evaluación también fue algo escueta. Como aspecto positivo apuntaría la realización de un cuestionario de ideas previas que sirvió para terminar de modelar la experiencia en el laboratorio. Además, las preguntas que se realizaron fueron propuestas con la idea de que se pudieran aplicar los contenidos trabajados a aspectos cotidianos o que en mayor o menor medida se podrían plantear en algún momento de su vida.

Si se pudiera llevar a cabo una evaluación más exhaustiva desearía que fuera a través de cuestiones de aplicación, lejos de las tradicionales definiciones memorísticas o realización de cálculos en problemas descontextualizados. Considero que sería también necesario valorar los avances con respecto a la situación de partida de cada alumno, así como el interés y las habilidades mostradas a lo largo del desarrollo de las actividades.

Algo semejante sucede en el diseño del Proyecto Didáctico. En éste hay numerosos aspectos que podrían ser considerados a la hora de realizar una evaluación. Por un lado, están todos los contenidos considerados más teóricos implicados en cada una de las actividades.

En el caso de la actividad de 2º de Secundaria se podría comprobar si han comprendido los procesos de separación de mezclas con la realización de la actividad de depuración. Pueden ser los mismos alumnos los que se auto y co-evalúen cuando se lleva a cabo la reflexión de esta experiencia y comprobar el resultado del agua, las dificultades que han encontrado o si modificarían los pasos que han seguido.

La actividad del debate puede ser un método para que el docente compruebe si los alumnos han comprendido los procesos que hay detrás de algunas industrias y fuentes de energía a la hora de fundamentar sus argumentos o si de lo contrario hay aspectos que no quedan lo suficientemente claros.

Además, en todos los cursos se plantea la realización de un “producto final” para exponer al resto de los compañeros de los diferentes cursos. A través de estas actividades se puede comprobar no solo los conocimientos adquiridos sino también las habilidades comunicativas a la hora de adaptar la información y que sea de fácil comprensión para todos ellos.

En este Proyecto Didáctico también hay un importante aspecto a evaluar que está más relacionado con la concienciación e iniciativa. En la sesión en la que se pongan todos los proyectos en común y se trate de elaborar una serie de propuestas y medidas para mejorar el centro, los hogares, el barrio, etc. se podrá comprobar si las actividades han sido adecuadas para transmitir algo más que los conocimientos que indica el currículo y si ha calado en los alumnos la idea de la necesidad de actuar frente a una situación urgente como es el cuidado de nuestro entorno.

Con estas pinceladas se espera poder llegar a alcanzar una evaluación que como se puede leer en Albenza (2010) atiende a situaciones que se producen en el mundo donde los alumnos se desenvuelven y por tanto pueda resultar motivadora. Se intenta que de esta manera queden atrás las concepciones negativas que rodean el proceso de evaluación pudiendo hacer ver a los alumnos que existen instrumentos que les permiten aprender mientras son evaluados y pueden resultar atractivos.

#### **4.2. Reflexión de la profesión docente desde la perspectiva de la formación**

El desarrollo de los proyectos presentados y su posterior análisis permiten llegar a la conclusión de la necesidad del proceso de formación constante como docente. El diseño de actividades que se han expuesto a lo largo del trabajo ha resultado ser una tarea realmente compleja dado que requiere tener en cuenta un sinnúmero de aspectos: marco legal, nuevos modelos de metodologías y didáctica de las ciencias, características del grupo, etc. Así mismo, es necesario también asentar unos conocimientos básicos de psicología y sociología porque no debemos olvidar que en esta profesión transmitir una serie de conocimientos es una pequeña parte de todos los retos que se tienen que afrontar a la hora de trabajar con los estudiantes y sus familias.

Así, el desarrollo de estos proyectos ha permitido relacionar contenidos de las diferentes asignaturas que hemos cursado y ver la importancia y el papel de cada una de ellas en este complejo proceso de diseñar actividades para que el aprendizaje de

nuestros alumnos resulte atractivo a la vez que sea significativo para su crecimiento y formación.

A lo largo de nuestro futuro como docentes, si dedicamos tiempo a reflexionar acerca de la efectividad y de los aspectos a mejorar tanto de nuestra labor docente como de las actividades que desarrollamos, podremos mejorar la calidad de nuestra enseñanza a través de la experiencia.

No obstante, la importancia de esta formación previa viene también de la necesidad de que los modelos educativos avancen y se adapten a las nuevas características de la sociedad. Si esto no se introdujera, muy probablemente los futuros docentes nos limitaríamos a imitar los modelos de profesor que hemos tenido a lo largo de nuestra formación.

Una de las razones por las que se requiere esta formación constante es debido a que cada día estamos más expuestos a la ciencia, tecnología y sus avances. Por ello es necesario dotar a nuestros estudiantes de conocimientos para que se facilite la comprensión del mundo que les rodea.

Sin embargo, esta enseñanza actualizada no debe limitarse tan solo a los contenidos a estudiar, sino también a las metodologías que se utilizan para impartirlos. La investigación en la didáctica de las ciencias nos permite estar también al día acerca de las dinámicas que podemos implementar como docentes en el desarrollo de las asignaturas de forma que puedan cubrir mejor las necesidades y ser de interés para nuestros alumnos.

De este modo, y dado que una de las situaciones que se encuentran con frecuencia en el aula es la desmotivación por parte de los alumnos, esta formación permanente puede repercutir muy positivamente en el desarrollo de las sesiones. Una clase tradicional puede llegar a permitir el aprendizaje de un número reducido de estudiantes, pero nuestra labor como docentes es que la totalidad de ellos se sientan atraídos por nuestra asignatura y sientan que aprender su contenido puede ser de utilidad para su futuro, independientemente de que a lo largo de su trayectoria educativa decidan posteriormente elegir otras ramas de estudio.

Por ello, esta formación inicial ha sido fundamental para comprobar la importancia de cuidar y trabajar los diferentes aspectos que se han ido destacando en el desarrollo de este trabajo y permite que tengamos las bases para poder impartir una docencia actualizada y creativa que pueda despertar el interés de nuestros futuros alumnos.



## 5. Conclusiones

Este trabajo ha sido desarrollado a modo de conclusión del periodo de duración del Máster de Profesorado en Física y Química. Después de estos nueve meses que han transcurrido desde que lo comenzamos, las ideas con las que partía de aquello que consistía la profesión docente y de las implicaciones de enseñar poco tienen que ver con las concepciones actuales.

Al cursar este máster he descubierto la presencia de un campo de investigación alejado del mundo de los avances científicos que desconocía completamente. El estudio de nuevas dinámicas y metodologías para implementar y desarrollar en el ejercicio de la profesión docente son indispensables para adaptar la educación a las características actuales de nuestros alumnos, su entorno e intereses. Esto es necesario para poder cambiar y adaptar a las nuevas necesidades los modelos de enseñanza y lograr que los alumnos encuentren las ciencias atractivas.

Para ello es necesario completar nuestra formación científica con un aporte pedagógico que nos familiarice con algunas de las características psicosociales con las que pueden contar los que serán nuestros alumnos, lo que nos permitirá diseñar estrategias para poder alcanzar aprendizajes más significativos y motivacionales, así como generar un buen clima en el entorno escolar. Esto permite formarnos en ese aspecto más social con el que estamos menos habituados estableciendo un vínculo entre el sistema social y el sistema educativo.

Además, se ha trabajado con algunos modelos y teorías actuales de la didáctica de las Ciencias Experimentales donde se hace hincapié en la importancia de la trasposición didáctica y del lenguaje empleado a la hora de transmitir la información con el fin de evitar posibles ideas alternativas.

Se ha tratado de justificar la elección de los proyectos seleccionados no solo en base al análisis didáctico y de contenidos sino también debido a que, bajo mi punto de vista, permiten recoger una gran diversidad de los aprendizajes que hemos podido adquirir durante este periodo.

Estos primeros pasos me han servido para comprender que conocer los contenidos a impartir es probablemente uno de los aspectos menos relevantes a la hora de formarte como docente. Solo con estos conocimientos es bastante poco probable el éxito del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Teniendo en cuenta estos aspectos se han mostrado algunas propuestas de actividades que a priori pueden resultar efectivas en el desarrollo de la asignatura de física y química. Se ha realizado una justificación de la elección de la temática y la metodología atendiendo a demandas actuales tratando de alejarse de una enseñanza

tradicional de libro de texto y pizarra que puede conllevar un proceso descontextualizado y poco motivador.

A pesar de haber realizado ambos proyectos en la recta final del máster, se han aportado tras su descripción algunos aspectos que podrían aportar ciertas mejoras a la hora del desarrollo de las actividades. Tal y como mencioné anteriormente, una gran parte de ellas no se han podido llevar a la práctica. Sin embargo, como hemos podido comprobar en el desarrollo de la asignatura de Diseño de Actividades, esta puesta en marcha es necesaria para detectar las dificultades y posibles mejoras a implementar que sobre el papel no se concebían. Del mismo modo, deberán perfilarse para adaptarse a las características de cada grupo donde se deseen desarrollar para que se puedan alcanzar los objetivos propuestos satisfactoriamente.

Asimismo, se ha tratado de brindar cierta importancia en este trabajo al proceso de evaluación, no solo del alumnado, sino de todo el proceso de enseñanza y aprendizaje pudiendo implementar otros métodos que se alejan de los tradicionales exámenes de teoría y problemas con su correspondiente calificación numérica a la que estábamos acostumbrados. De esta forma se trata de aportar a las propuestas una evaluación que ante todo permita el aprendizaje.

Todos hemos escuchado alguna vez a profesores acusar a sus alumnos del fracaso de este proceso, pero considero que, con la evaluación de las metodologías, actividades y de la propia labor docente se pueden adquirir importantes conocimientos y mejoras.

Este periodo ha permitido asentar las primeras bases de la construcción de mi futuro perfil docente, pero al mismo tiempo ha servido para descubrir que esto solo ha sido el punto de partida y que es necesaria una mayor formación de manera constante. Considero que esta profesión lleva asociada una gran dificultad dada la diversidad de retos a la que se enfrenta en el proceso de enseñanza-aprendizaje y su alcance social. Es por ello por lo que hay que esforzarse cada día teniendo en cuenta el importante papel que se puede desempeñar desde esta posición de profesores, pero sin olvidarnos de disfrutar de nuestro trabajo porque con mi brevísima experiencia he podido comprobar que puede ser muy gratificante.

Para superar los retos que se plantean cada día deseo seguir en constante actualización para poder alcanzar aprendizajes significativos y motivadores y con interés en la investigación en la didáctica de las ciencias experimentales.

Por último, me gustaría concluir con la frase del conocido educador Paulo Freire que considero transmite la esencia de esta profesión:

*“Enseñar no es transferir conocimiento, sino crear las posibilidades para su producción o su construcción. Quien enseña, aprende al enseñar y quien enseña, aprende a aprender.”*

## 6. Bibliografía

- Abenza, L. H. (2010). Evaluar para aprender: hacia una dimensión comunicativa, formativa y motivadora de la evaluación. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 28(2), 285-292.
- García-Carmona, A. (2014). Naturaleza de la ciencia en noticias científicas de la prensa: análisis del contenido y potencialidades didácticas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(3), 493-509.
- García-Rodeja, I. y Lima de Oliveira, G. (2012). Sobre el cambio climático y el cambio de los modelos de pensamiento de los alumnos sección investigación didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(3), 0195-218.
- González Rodríguez, L. y Crujeiras Pérez, B. (2016). Aprendizaje de las reacciones químicas a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(3), 0143-160.
- Jiménez Liso, M. R., de Manuel Torres, E., González García, F. y Salinas López, F. (2000). La utilización del concepto de pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos: aplicaciones en el aula. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 18(3), 451-461.
- Martín Gámez, C., Prieto Ruz, T., & Jiménez López, M. (2012). Algunas creencias del profesorado de ciencias en formación sobre la enseñanza de la problemática de la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 649-663.
- Méndez Coca, D. (2013). ¿Cómo afrontan los alumnos en secundaria las reacciones químicas? *Aula de Encuentro*, 15.
- Meroni, G., Copello, M. I., y Paredes, J. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educación química*, 26(4), 275-280.
- Paixão, F. (2004). Mezclas en la vida cotidiana. Una propuesta de enseñanza basada en una orientación ciencia tecnología y sociedad y en la resolución de situaciones problemáticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(3), 205-212.
- Pozo, J. I., Gómez Crespo, M.A. (2001): *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
- Sanmartí, N. (2010). Enseñar y aprender ciencias: algunas reflexiones. *Guías en enseñanzas medias*.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*.
- Solbes, J., Ruiz, J. J., Furió C. (2010). Debates y argumentación en las clases de física y química. *Alambique*, 63(1), 65-75.
- Soñora, F., Rodríguez-Ruibal, M. M., y Troitino, R. (2009). Un modelo activo de educación ambiental: prácticas sobre cambio climático. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 17(2), 196-206.



# ANEXOS



# **ANEXO I – PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE**

**Introducción de experimentación y  
contextualización en contenidos de la asignatura de  
Física y Química**





# **Introducción de experimentación y contextualización en contenidos de la asignatura de Física y Química**

*Ana Magaña Gómez. Especialidad Física y Química*

## **1. Introducción**

El Proyecto de Innovación Docente ha sido desarrollado en el último período del máster e implementado en el colegio La Salle Montemolín de Zaragoza en la asignatura de Física y Química de 3º de ESO.

En el punto de partida de este proyecto los alumnos de este curso acaban de comenzar el tema de *Reacciones Químicas* y, en clase, han trabajado ya algunos conceptos como la diferencia entre cambios físicos y químicos, la definición de reacción química y se ha realizado algún ajuste estequiométrico.

Este proyecto surge tras la observación durante los Prácticum I y II en los que se detecta la ausencia de experiencias prácticas y visuales en el transcurso de la asignatura centrando su desarrollo en el seguimiento del libro de texto y la resolución de ejercicios del mismo.

Se ha podido comprobar en estas primeras sesiones que una de las ideas alternativas que se encuentra en una gran parte del alumnado es que asocian las transformaciones físicas a cambios en algo tangible, que pueden comprobar a través de los sentidos y las transformaciones químicas a cambios interiores no observables a simple vista.

También se puede apreciar que los alumnos ven las reacciones químicas como un contenido descontextualizado sin ser del todo conscientes de que éstas se encuentran en nuestro entorno y están sucediendo de forma constante.

Además de esto, la temporalización de este Proyecto de Innovación coincide con la propuesta del centro para la realización de un proyecto multidisciplinar dentro de las áreas de Tecnología, Matemáticas y Física y Química y que tiene como finalidad aplicar el Método Científico a un problema real de la sociedad como es el cambio climático y el calentamiento global.

Desde la asignatura de Matemáticas, más concretamente desde el área de la estadística, se plantean algunas cuestiones como averiguar si influyen en las creencias acerca de este fenómeno entre las personas que nos rodean algunos posibles elementos diferenciadores como el nivel de estudios, la edad, la ciudad en la que vivimos, el género, etc. Así, se propone preguntar en el centro, en casa, en la calle o a través de las redes sociales para posteriormente trabajar la población, la muestra, los tipos de variables, las tablas de frecuencias, los gráficos estadísticos, las encuestas y diferentes métodos de muestreo.

Desde el área de Tecnología se persigue estudiar cómo ocurren estas reacciones a nivel atómico y se trabaja para la realización de simulaciones utilizando la herramienta informática Excel para el tratamiento de datos de los resultados estadísticos. También se

llevan a cabo simulaciones visuales de cómo se producen estas reacciones, los tipos de enlace que mantienen unidos a los átomos y cómo estos se rompen para formar otros nuevos, diseñándolas con aplicaciones informáticas adecuadas.

Para completar esta formación, y con el objetivo de introducir una metodología innovadora, se propone desde la asignatura de Física y Química la realización de una serie de actividades con un mayor componente práctico que se llevarán a cabo a lo largo de 3 sesiones de 50 minutos cada una y que se describirán a continuación.

Teniendo en cuenta los argumentos que se han expuesto, estas actividades tendrán como finalidad cubrir algunos de los contenidos del tema de *Reacciones Químicas* trabajando con compuestos químicos y reacciones que están implicados en procesos relacionados con la contaminación y el cambio climático. Además, se estudiarán siguiendo la misma metodología algunos factores que afectan a las reacciones químicas, más en concreto a su velocidad. Asimismo, se propondrá el análisis de algunos textos extraídos de diferentes periódicos y la realización de una serie de actividades para profundizar en la comprensión de los mismos, aplicando de esta forma contenido teórico a casos reales. Se pretende así introducir a su vez la química en la sociedad y el medioambiente.

El motivo por el que se proponen este tipo de actividades es debido a la creencia de que pueden repercutir positivamente sobre el aprendizaje del alumno intentando despertar su interés en la ciencia si sienten que lo que están estudiando tiene aplicaciones y pueden ver relación con situaciones cotidianas.

Los objetivos concretos que se plantean para este proyecto son:

- Realizar experiencias prácticas y visuales para el desarrollo del contenido.
- Aplicar los contenidos del currículo a casos reales.
- Sensibilizar sobre una situación actual del medio ambiente.
- Evaluar el seguimiento y comprensión de las actividades por parte de los alumnos.
- Evaluar las debilidades y fortalezas de la propuesta de innovación.

## 2. Fundamentación teórica

Como podemos leer en el artículo de González Rodríguez y Crujeiras (2016), el bloque de las reacciones químicas es uno de los contenidos fundamentales y centrales dentro de la enseñanza de las ciencias experimentales y, más concretamente, de la química. Es una de las bases del currículo, tanto en la ESO como en bachillerato y sirve como punto de partida para asimilar otros contenidos de asignaturas afines y para comprender muchos fenómenos de la realidad que nos rodea.

Los alumnos poseen sus propias convicciones acerca de los procesos que tienen lugar en la naturaleza. Estas ideas las van construyendo a medida que entran en contacto con su entorno a partir de sus propias experiencias o interpretaciones de los hechos que observan desde mucho antes de estudiar ciencias en la escuela. En ocasiones estas construcciones no se corresponden con las teorías aceptadas por la comunidad científica. (Pozo y Gómez Crespo, 2001).

Muchas de estas ideas surgen a partir de su percepción a través de los sentidos por lo que en muchas ocasiones estos modelos mentales se deben a que, para ellos, el mundo microscópico y el macroscópico se comportan del mismo modo.

El alumnado puede encontrar la química como una disciplina complicada debido a que centra su estudio en partículas no observables y conceptos complejos. Entre algunas de las dificultades que se extraen del texto de Méndez (2013) en el desarrollo de la enseñanza de las reacciones químicas podemos encontrar la diferenciación entre cambios físicos y químicos, la identificación de una transformación química como un cambio sustancial, la asimilación de que en una reacción química se produce una reorganización de los átomos o la interpretación del significado del ajuste estequiométrico de una reacción química entre otras.

Según podemos leer en el texto de Meroni, Copello y Paredes (2015) uno de los métodos para enseñar ciencias y facilitar su comprensión es a través de la enseñanza contextualizada de las ciencias, es decir, establecer relaciones con la vida cotidiana de los alumnos, dando respuesta a sus intereses y necesidades y se puedan formar como ciudadanos capaces de resolver problemas y tomar decisiones basándose en cuestiones científicas y tecnológicas.

En esta línea de contextualización se puede recurrir a las actividades experimentales. Según el texto de Taber (2015) son innumerables los aspectos positivos de este tipo de dinámicas puesto que permiten que el alumno participe en su propio aprendizaje, se promueva su interés por la materia a la vez que se introduce en el manejo de las técnicas experimentales. Además, este tipo de actividades permiten ejemplificar la teoría facilitando la comprensión de la naturaleza de las ciencias.

En resumen, como se apunta en el texto de González y Crujeiras (2015) debido al gran potencial de las actividades prácticas como recurso de aprendizaje, el uso de actividades de observación e indagación puede facilitar al alumnado la comprensión de algunos

fenómenos científicos, especialmente aquellos más abstractos como sería el ejemplo de las reacciones químicas.

Además de las experiencias prácticas que se han comentado, existen otros recursos didácticos para la enseñanza de la naturaleza de las ciencias. Como se comenta en García-Carmona (2014), otro método idóneo para trabajar y familiarizar a los alumnos con la ciencia sería a través del análisis de noticias de contenido científico de la prensa diaria.

En este mismo artículo encontramos una referencia de Oliveras y Sanmartí (2009) en la que apuntan que la lectura de textos con contenido científico de diferentes fuentes es básica para el aprendizaje de las ciencias, tanto para facilitar la comprensión de algunos fenómenos como para desarrollar en los estudiantes algunas capacidades que les ayudarán a desenvolverse en su futuro y a ser críticos ante problemas de índole social.

Por esta razón, si uno de los fines que persigue la educación científica es que los alumnos tras finalizar su escolarización sigan interesándose por aprender de y sobre ciencia, hay que tener en cuenta el potencial de las noticias de la prensa con contenido científico, no solo por éste, sino también por la información que transmiten que permiten construir un conocimiento científico que proporcionará un pensamiento crítico y reflexivo.

Uno de los temas que se puede llevar al aula es el estudio del medioambiente. Se puede extraer de Soñora, Rodríguez-Ruibal y Troitiño (2009) que este tema motiva a los jóvenes y les resulta atractivo dado que está muy presente en la vida cotidiana y medios de comunicación, y los estudiantes lo perciben como algo cercano. Además, este tema presenta una gran versatilidad, pudiendo trabajarse con una gran variedad de metodologías permitiendo un aprendizaje activo, significativo y en estrecho contacto con la realidad.

### 3. Metodología

El desarrollo del PID se realiza dentro de tres sesiones que se estructurarán como sigue:

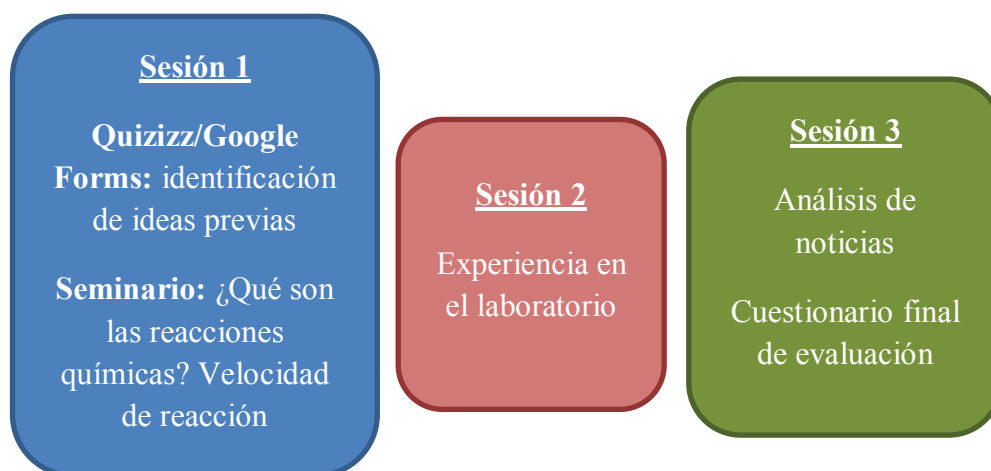


Figura 1 – Estructura de las sesiones.

Las Reacciones Químicas las encontramos por primera vez en el currículo de Aragón en el curso de 3º de Secundaria, habiéndose tan solo comentado en cursos anteriores la existencia de diferentes transformaciones físicas y químicas en la naturaleza y habiéndose analizado casos de gran simpleza.

Partiendo de esta premisa se dedicará una primera sesión al conocimiento de las ideas previas de los alumnos, así como a un seminario en el que se impartirán unos conocimientos que servirán de base para el desarrollo y comprensión del resto del proyecto. Entre estos conceptos se estudiará la velocidad de reacción y los factores que pueden modificarla.

En la segunda sesión se realizará una experiencia de laboratorio dividida en dos partes. En la primera de ellas se trabaja el concepto de pH y se analizarán diferentes muestras. En la segunda parte se hace una simulación del efecto que puede tener la lluvia ácida en algunos elementos de nuestro entorno. Se trata de cubrir parcialmente un fenómeno para facilitar la comprensión de algunas de las consecuencias que derivan de los altos niveles de contaminación, pero teniendo en cuenta que en el laboratorio no podemos reproducir exactamente las condiciones naturales del planeta, ni la complejidad de este proceso.

En la tercera hora se proporcionará a los alumnos unas noticias extraídas de diferentes diarios y deberán responder a una serie de cuestiones. Éstas están pensadas para tratar de facilitar la comprensión de las mismas.

#### 3.1 - Sesión 1

La primera sesión se desarrolla íntegramente en el aula y comienza con la realización de un cuestionario individual para conocer algunas de las ideas previas que tienen los alumnos acerca de las reacciones químicas y la relación de éstas con el medioambiente.

Entre estas cuestiones se preguntó qué saben acerca del pH así como de sustancias ácidas y básicas, qué consecuencias creían que tiene en nuestro entorno el cambio climático y si relacionaban algún elemento o compuesto químico con este fenómeno.

En uno de los puntos de este cuestionario se mostraron las siguientes imágenes y se preguntó a qué puede deberse el deterioro de los monumentos con el paso del tiempo.



Figura 2 – Muestra de imágenes del cuestionario de ideas previas.

A continuación, se introdujo el concepto de velocidad de una reacción química. Para explicar que esta variable se ve afectada por diferentes factores se realizaron una serie de pequeños experimentos en el aula. Cabe mencionar que los alumnos están distribuidos en el aula en grupos de 3-4 personas por lo que se aprovecha esta situación para desarrollar estas experiencias.

En la primera de ellas se analizó la influencia de la temperatura cuando se produce una reacción química. Para ello se prepararon diferentes vasos con agua a temperatura ambiente y con agua que se había calentado previamente con un hervidor. Se entregó a cada grupo dos pastillas efervescentes que debían introducir en los diferentes vasos al mismo tiempo y así comprobar si afectaba o no la temperatura.

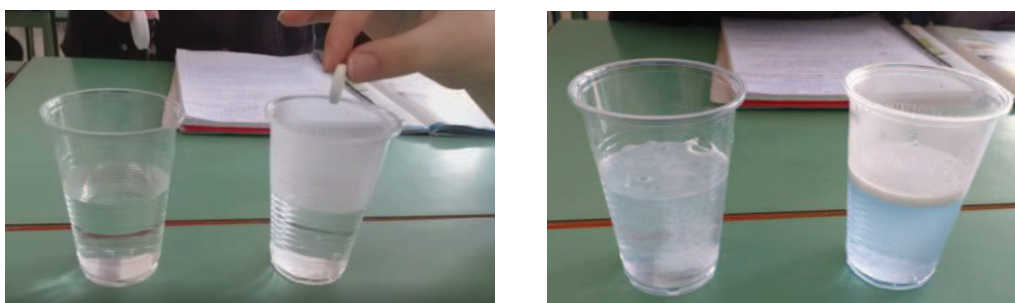


Figura 3 – Estudio de la influencia de la temperatura.

El siguiente aspecto a estudiar fue la influencia de la superficie de contacto entre los reactivos. Para ello, de nuevo se repartieron a cada grupo dos vasos con agua, esta vez los dos a la misma temperatura y dos pastillas efervescentes. La segunda de ellas se trocó previamente y se les repartió sobre un papel de aluminio.





Figura 4 – Estudio de la influencia del grado de división.

Para estudiar la influencia de la concentración de los reactivos se prepararon dos vasos: uno con vinagre y otro con una menor cantidad de éste, llevándolo al nivel del primero diluyéndolo con agua y se adicionó en ambos al mismo tiempo una cucharada de bicarbonato de sodio.

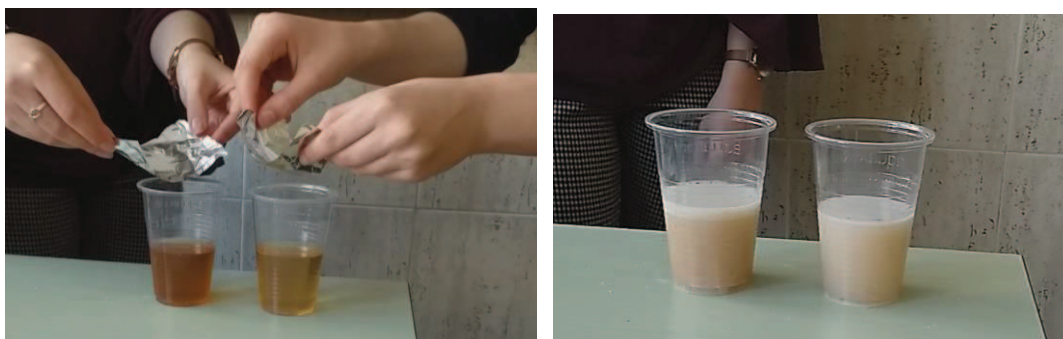


Figura 5 – Estudio de la influencia de la concentración.

El último factor que se estudió fue la presencia de un catalizador. Para ello se añadió en dos vasos agua oxigenada. En uno de ellos se introdujo un trozo de patata cruda pelada observándose inmediatamente la formación de unas burbujas en la superficie de la patata. Se explicó que el proceso de descomposición del agua oxigenada se ve acelerado por la catalasa, una enzima presente en la patata.



Figura 6 – Estudio de la influencia de un catalizador.

### **3.2 - Sesión 2**

Para realizar esta experiencia nos desplazamos al laboratorio, donde previamente se habían preparado en cada puesto donde iban a trabajar los diferentes grupos de alumnos los materiales necesarios para el desarrollo de la práctica. Asimismo, se colocaron en la mesa central del laboratorio diferentes disoluciones.

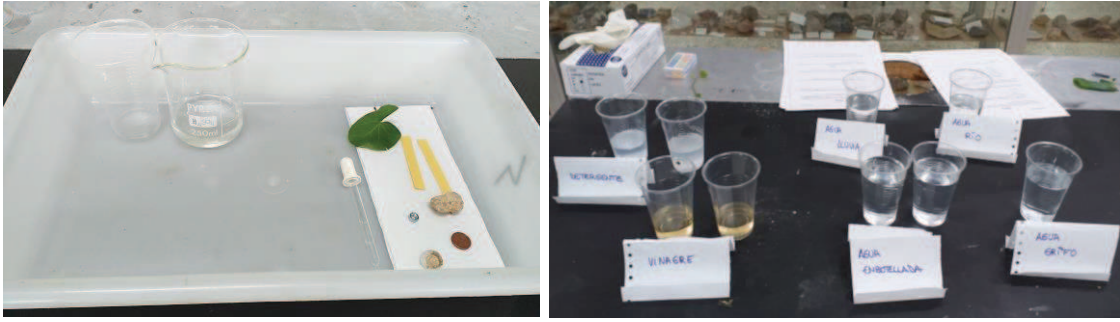


Figura 7 – Materiales para el desarrollo de la experiencia.

Lo primero que se hizo fue formar grupos de 3-4 personas y se repartió un guion a cada alumno. A continuación, se hizo una breve introducción de la práctica que iban a realizar y un recordatorio de las medidas de seguridad que se deben cumplir en un laboratorio dado que no han trabajado en numerosas ocasiones antes en este espacio.

La práctica se estructuró en dos partes:

### **3.2.1 - Parte 1**

Para comenzar, los alumnos se acercaron a la mesa central y haciendo uso de las tiras indicadoras de pH de rango entre 1 y 14 midieron el pH de tres disoluciones: vinagre, agua embotellada y detergente. Comprobando el color que observaban en el papel indicador y comparándolo con el valor de pH correspondiente, debían completar en su guion una tabla como la siguiente.

Disolución	Color indicador	Valor de pH	Carácter (ácido, básico o neutro)
Agua embotellada			
Vinagre			
Detergente			

Figura 8 – Tabla del guion de la práctica para el trabajo del alumno.

Una vez habían comprobado que el pH del agua se encontraba en torno a 7, se les repartieron nuevas tiras de papel indicador que tenían un rango entre 6,1 y 8.



Figura 9 – Tiras reactivas de pH empleadas.



Con estas nuevas tiras midieron el pH de agua de diferentes procedencias: agua de lluvia, agua de río, del grifo y embotellada. Anotaron los valores que obtuvieron para cada una de ellas y tuvieron que responder en sus guiones a qué creían que se podían deber esas ligeras variaciones en los valores que habían observado.

### 3.2.2 - Parte 2

La segunda parte de la práctica comenzó haciendo hincapié en el hecho de que la medida que habían realizado al agua de lluvia les proporcionó un pH en torno a 6. Esto se relacionó con el fenómeno del que muchos habían oído hablar: la lluvia ácida. Se comentó que ésta se origina como consecuencia de la reacción entre el agua que está presente en la atmósfera y óxidos de nitrógeno y azufre procedentes de la quema de combustibles fósiles como el carbón y derivados del petróleo en centrales eléctricas o térmicas, transporte, calefacción y otras actividades.

En el siguiente punto del guion los alumnos debían escribir y ajustar las reacciones que tenían lugar entre el agua y el  $\text{SO}_2$  y  $\text{NO}_2$  respectivamente. Así, pudimos justificar la presencia de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y  $\text{HNO}_3$  que proporcionaba ese carácter ácido a la lluvia.

Centrándonos en el primero de ellos, se les proporcionó a los alumnos una disolución de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  al 2% en un vaso de precipitados junto con un cuentagotas y se les propuso la realización de los siguientes ensayos.

#### Ensayo 1:

*“En un vaso de precipitados colocaremos una piedra caliza y una concha. Sobre ellos añadiremos unas gotas de la disolución de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  con ayuda del cuentagotas”.*

Tras ello, debían escribir en el guion lo que observaban y posteriormente se les planteó el siguiente enunciado:

*“Teniendo en cuenta que la composición principal de la piedra y la concha es  $\text{CaCO}_3$  y que al añadir el ácido sulfúrico se produce  $\text{CaSO}_4$ , dióxido de carbono y agua: ¿Cuáles son los reactivos? ¿Y los productos? Escribe la reacción ajustada.”*

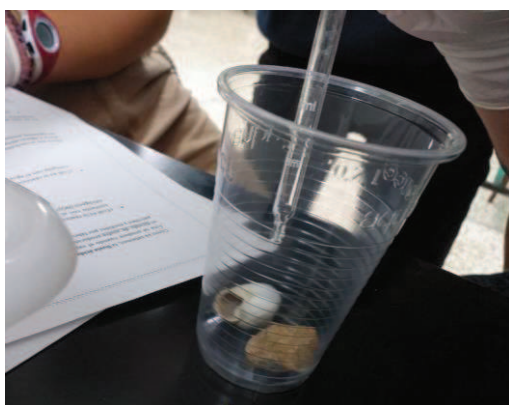


Figura 10 – Estudiantes añadiendo disolución de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a diferentes muestras.

### **Ensayo 2:**

*“En un vaso de precipitados colocaremos una moneda de un céntimo. Sobre ella añadiremos unas gotas de la disolución de  $H_2SO_4$  con ayuda del cuentagotas. ¿Qué observas?”*

*“Teniendo en cuenta que la composición principal de la moneda es cobre y que al añadir el ácido sulfúrico se produce  $CuSO_4$ , e hidrógeno: ¿Cuáles son los reactivos? ¿Y los productos? Escribe la reacción ajustada.”*

### **Ensayo 3:**

*“En un vaso de precipitados colocaremos un tornillo o tuerca de hierro. Sobre el objeto añadiremos unas gotas de la disolución de  $H_2SO_4$  con ayuda del cuentagotas. ¿Qué observas?”*

*“Teniendo en cuenta que la composición principal de la pieza es hierro y que al añadir el ácido sulfúrico se produce  $Fe_2(SO_4)_3$  e hidrógeno: ¿Cuáles son los reactivos? ¿Y los productos? Escribe la reacción ajustada.”*



Figura 11 – Pieza de hierro tras añadir la disolución de  $H_2SO_4$ .

### **Ensayo 4:**

*“En un vaso de precipitados colocaremos una hoja. Sobre ella añadiremos unas gotas de la disolución de  $H_2SO_4$  con ayuda del cuentagotas. ¿Qué observas?”*



Figura 12 – Alumnos adicionando  $H_2SO_4$  sobre una hoja.

Como conclusiones a la práctica, se lanzan en el guion dos preguntas:

*“¿Por qué crees que es importante que controlemos las emisiones de las industrias y vehículos?” y “¿Qué has aprendido con la realización de esta práctica en el laboratorio?”*

Debido a que todas estas experiencias se realizaron en una sola sesión de 50 minutos, se pidió a los alumnos que terminaran de completar sus guiones en casa y que los trajeran de vuelta a la siguiente sesión para analizarlos.

### **3.3 - Sesión 3**

En esta última sesión se propone el análisis de noticias relacionadas con la contaminación y el medioambiente. Para ello, los alumnos trabajan en los grupos formados de manera habitual en el aula, de 3-4 personas, y emplean los Chromebooks de los que dispone el centro.

Se les proporciona un guion con el enlace a la noticia que deben leer y una serie de cuestiones que tienen que resolver y redactar sus respuestas en un único informe de grupo. Entre ellas hay algunas que se responden extrayendo información directamente del artículo y otras sobre las que deberán investigar, consultando su libro de texto u otros sitios web.

**Caso 1:** *“Valencia eleva la alerta por contaminación al nivel dos”* – del diario El País.

**Caso 2:** *“Zaragoza, la ciudad con mayor contaminación atmosférica de España” y “Otras 15 ciudades superan las emisiones de partículas contaminantes en España”* – del diario El Periódico de Aragón y Zaragoza

Además, uno de los puntos consiste en que analicen los niveles de algunos parámetros que indican la calidad del aire de Zaragoza consultando los resultados de los centros de medición de la ciudad dentro de la página web del ayuntamiento.

Las cuestiones del informe se incluyen en el **Apéndice**.

Por último, realizan a través de los cuestionarios de Google (Google Forms) una serie de preguntas para comprobar qué han aprendido, si han mejorado con respecto a las ideas previas y su opinión personal acerca de las diferentes actividades que se han desarrollado.

## **4. Resultados**

Al finalizar las actividades propuestas para estas tres sesiones del proyecto se realizó un cuestionario final a los alumnos en el que se buscaba, en primer lugar, evaluar si el desarrollo de las propuestas había permitido adquirir o asentar algunos conocimientos con respecto a las ideas de partida. En segundo lugar, se les pregunta acerca de su opinión personal sobre estos cambios introducidos. Los resultados se expondrán de manera secuenciada siguiendo el patrón del apartado anterior.

### **4.1 - Sesión 1**

En el cuestionario de ideas previas que se realizó se reflejó, en primer lugar, que prácticamente la totalidad de los alumnos desconocía el significado del pH. Muchos de ellos afirmaban haber oído hablar de él en diferentes productos como jabones, champús, etc. Se encontraron entre sus definiciones algunas que indicaban que se trataba de la unión entre átomos de fósforo con átomos de hidrógeno, que era una sustancia que protegía la piel, y hasta que se trataba de un compuesto que mide el grado de reacción entre átomos.

Cuando se les pregunta por ácidos y bases, algunos reconocen la existencia de ambos, pero pocos plantean qué diferencia creen que hay entre ellos. Cuando se les propone que den ejemplos de compuestos ácidos y básicos se observa la tendencia de asociar al ácido sustancias como limón o aquellos que han nombrado como ácidos cuando han estudiado nomenclatura, mientras que atribuyen el carácter básico a aquellos compuestos que tienen oxígeno. De modo general, consideran que los ácidos son más corrosivos y nocivos que las bases. Algunos alumnos también clasificaron como ácidos algunas radiaciones como rayos X, UV o microondas en esta misma línea de peligrosidad.

También se les pidió que comentaran las consecuencias que conocían asociadas al cambio climático y que nombraran los compuestos químicos que relacionaran con este fenómeno.

La respuesta a la primera cuestión fue bastante generalizada y todos ellos aportaron ideas al respecto desde el aumento de temperatura y consecuente derretimiento de los polos, la disminución de la biodiversidad, el empeoramiento de la calidad del aire entre muchas otras. Se aprecia que están bastante familiarizados con esta problemática y sus consecuencias. En cuanto a los compuestos que los estudiantes relacionan con este fenómeno los más repetidos son el CO, CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> y se nombran también las gasolinas, los gases procedentes de las fábricas, fertilizantes e insecticidas.

Al mostrar las imágenes que aparecen en la Figura 2, la mayoría relaciona el deterioro de los monumentos con la exposición al aire y otros fenómenos meteorológicos, a la contaminación o a la mala conservación de los mismos, encontrando tan solo un par de respuestas comentando la posible implicación de la lluvia ácida.

En relación con las diferentes experiencias que se realizaron en el aula asociadas a los diferentes factores que podían afectar a la velocidad de reacción se lanzaron dos preguntas en el cuestionario final:

*¿Por qué crees que los alimentos se ponen en el frigorífico?*

Se trataba de una pregunta de respuesta abierta a la que solo un 60% de los encuestados respondió asociando claramente este hecho al efecto de la temperatura en la velocidad de reacción. El resto de las respuestas giran en torno a que los alimentos se estropearán en contacto con el aire, para evitar la oxidación o la aparición de microorganismos.

*¿Qué reaccionará antes con ácido sulfúrico?*

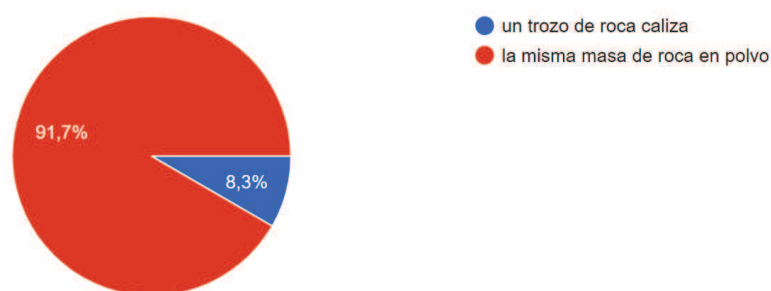


Figura 13 – Gráfico de respuestas sobre la influencia del grado de división en la velocidad.

Como se puede observar con el gráfico, una amplia mayoría respondió correctamente. Al parecer asimilaban bien la influencia del grado de división a la hora de responder al efecto que éste produce en la velocidad de una reacción.

## **4.2 - Sesión 2**

Una vez finalizada la experiencia de laboratorio se pidió a los alumnos que completaran el guion de la práctica y lo entregaran en la siguiente sesión.

### **4.2.1 – Parte 1**

En los apartados correspondientes a esta primera parte no se detecta ningún tipo de problema para analizar las diferentes muestras y clasificarlas en función de su pH, tan solo se observa algo de variabilidad en los valores obtenidos para el grado de acidez de las diferentes muestras de agua dada la mayor posibilidad de interpretación de las diferentes tonalidades de verde que aparecían.

En cuanto al por qué de las variaciones observadas se encuentran diferentes respuestas. Las que más se repiten serían el fenómeno de la lluvia ácida, la presencia de microorganismos que alteran el pH, a los diferentes tratamientos que se somete al agua, minerales, etc.

#### **4.2.2 – Parte 2**

Esta segunda parte comienza con la petición de escribir y ajustar las reacciones entre el agua y los ácidos sulfúrico y nítrico respectivamente. La mayor parte de los alumnos ha resuelto esta cuestión de manera satisfactoria.

En el **ensayo 1** de forma general todos observan la aparición de burbujas y espuma sobre la superficie de la concha y de la piedra. El proceso de escribir la reacción no muestra aparentemente una gran dificultad.

En el **ensayo 2** una amplia mayoría observa un cambio de color de la superficie de la moneda, llegando algunos a apreciar incluso la pérdida del relieve del dibujo. Algunos apuntan que la moneda se oxida y otras respuestas consideran que la moneda “se limpia”. A la hora de escribir y ajustar la reacción aparecen mayores dificultades que en el apartado anterior. Pese a indicar que la moneda es de cobre, una gran parte de los alumnos determinan que el reactivo es “la moneda de cobre” sin escribir el elemento Cu y, consecuentemente, no han podido ajustar la reacción satisfactoriamente.

Algo semejante sucede en el **ensayo 3**. Hay un importante número de alumnos que no asocia el elemento Fe a uno de los reactivos. Además, en este caso, uno de los productos que se obtiene es el  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ , un compuesto con el que no están familiarizados dado que en su estudio de nomenclatura solo han trabajado sales binarias y oxoácidos. Probablemente, por esta razón se ha detectado una mayor dificultad a la hora de escribir el ajuste de esta reacción frente a los casos anteriores.

En el **ensayo 4** todas las respuestas coinciden en que se detecta un oscurecimiento de las hojas al añadirles la disolución de ácido llegando a adquirir una tonalidad marrón.

Como se indica en el apartado de metodología, en las conclusiones del guion se pide a los alumnos que respondan a dos cuestiones. La primera de ellas va asociada a la importancia de controlar las emisiones y proporcionó una mayoría de respuestas en torno al hecho de que puede aumentar la acidez de la lluvia y, en algunas de ellas se nombra también la disminución de la capa de ozono, el aumento de la temperatura global entre otras consecuencias. Otras respuestas se limitan a afirmar que si no se controlan aumentará la contaminación sin entrar en más detalles.

En la segunda se les pregunta qué creen que han aprendido. La mayor parte de las respuestas gira en torno a haber aprendido el concepto de pH que con tanta frecuencia se puede escuchar en nuestro día a día, haber conocido algunas de las consecuencias de la contaminación y de la lluvia ácida a largo plazo. También se ha encontrado en alguna ocasión que han aprendido a saber “qué tipo de agua es limpia y cuál sucia”.

Las preguntas del cuestionario final que se realizaron en relación a esta sesión se exponen debajo.



### *¿Qué es el pH?*

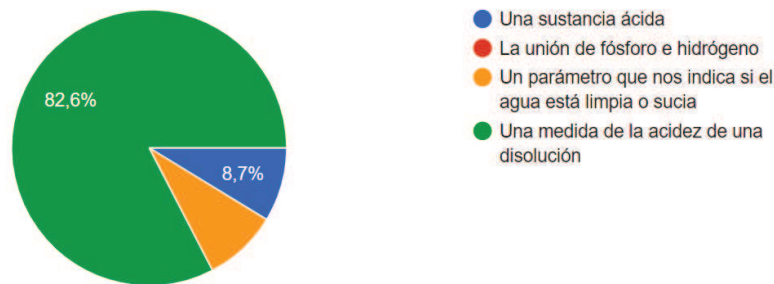


Figura 14 – Gráfico asociado a la pregunta sobre la definición de pH.

En el análisis de respuestas vemos que una gran mayoría indica correctamente la definición de pH pero, como se comentaba en el análisis del guion, hay una proporción de alumnos que lo siguen calificando como una “sustancia” y otros tantos como un parámetro de limpieza.

*Si queremos regar nuestras plantas, ¿qué tendrías en cuenta a la hora de elegir el agua? ¿Por qué?*

Muchas de las respuestas se asocian al pH del agua, indicando que si no es el adecuado las plantas se podrían marchitar. También comentan que tendrían en cuenta la procedencia del agua, su turbidez o su composición en minerales entre otras. Como se observa también en algunas de las respuestas de la pregunta anterior, algunos alumnos afirman que comprobarían si el agua es limpia o sucia, observándose que confunden los diferentes niveles de acidez con la limpieza del agua.

### **4.3 - Sesión 3**

En el desarrollo de la lectura de las noticias y su correspondiente cuestionario se encontraron algunas dificultades. Aquellas preguntas que iban directamente relacionadas con la noticia no supusieron grandes dificultades, sin embargo, las que requerían consultar otras fuentes supusieron una mayor complejidad para los alumnos.

Se detectaron importantes diferencias actitudinales entre unos grupos y otros. Algunos se repartieron las tareas desde el comienzo y trabajaron de una forma cooperativa administrando correctamente el tiempo del que disponían. Por el contrario, hubo un par de grupos que tan solo respondieron a las primeras cuestiones.

Las preguntas del cuestionario final que corresponden a esta última experiencia se muestran a continuación.

*¿Qué son los COV?*

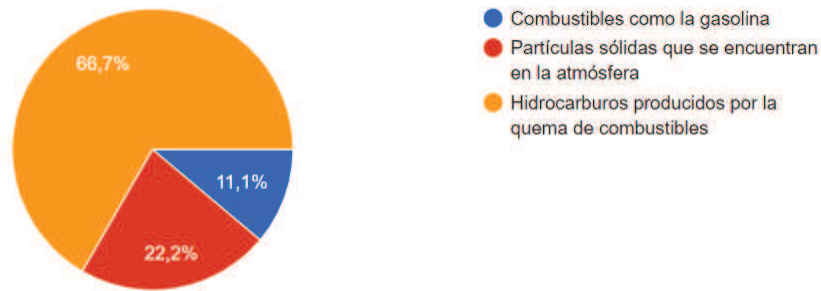


Figura 15 – Gráfico de respuestas sobre de la definición de COV.

Con los resultados obtenidos llego a la conclusión de que tan solo aquellos que han trabajado esa pregunta han sabido contestar correctamente y el resto del equipo no ha adquirido esa información. Por esta razón considero que una forma de mejorar esta actividad sería alargando su duración de tal forma que se pudiera dedicar unos minutos a la puesta en común de los resultados dentro del grupo y después entre toda la clase.

*¿Cuándo esperarías que hubiera un nivel mayor de óxidos de nitrógeno y COV en la atmósfera de la ciudad?*

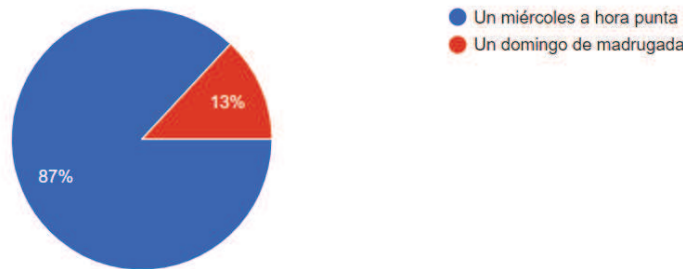


Figura 16 – Gráfico de respuestas sobre la presencia de gases contaminantes en la atmósfera.

Este gráfico nos muestra que un gran porcentaje de los alumnos puede relacionar la presencia de estos gases a la contaminación provocada por la presencia de un mayor número de vehículos en las vías urbanas.

Finalmente, se realizaron las siguientes preguntas de valoración personal:

*¿Te parece importante la introducción de experimentos en el aula?*

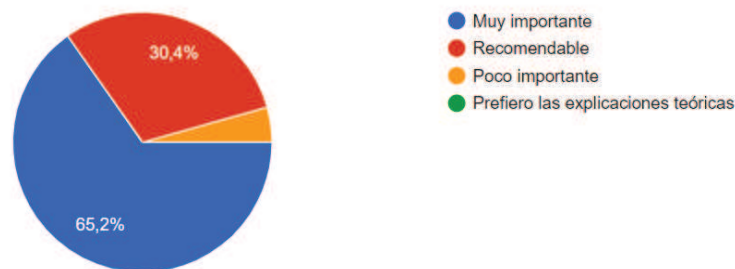


Figura 17 – Gráfico de respuestas acerca de la importancia de experiencias prácticas en el aula.



*¿Has comprendido mejor las reacciones químicas tras la experiencia de la lluvia ácida?*

A excepción de una persona que apuntó que no veía relación entre la experiencia del laboratorio y los ejercicios de clase, el resto de los estudiantes indicaron que les había servido para comprender mejor qué hay detrás de las reacciones que habían ajustado en clase. Alguno, además, indicó que le había parecido interesante, divertido y había retenido más información que en una clase normal.

*¿Crees que es útil dedicar tiempo a actividades como el análisis de noticias para relacionar los contenidos con nuestro entorno?*

Un 75% de los alumnos indicó que sí porque le gusta ver las aplicaciones de lo que estudian, añadiendo en alguna respuesta que les sirve para convencerse de que lo que estudian es real y les afecta. También encontramos un 5% que no creen que sean necesarias estas actividades y un 20% que prefiere seguir con avanzando con los contenidos de la materia sin detenerse a profundizar.

*En la actividad de análisis de noticias hemos tenido que investigar para resolver algunas cuestiones. ¿Cuál es tu opinión al respecto?*

En esta pregunta un 72% de los encuestados afirmaron que les gusta investigar más en profundidad para comprender mejor los textos relacionados con la ciencia, apuntando algún alumno que incluso en aquellas preguntas que no se solicitaba más información, lo habían hecho voluntariamente para saber más del tema. Un 18% respondió que a su parecer con la lectura de la noticia habría sido suficiente no viendo la necesidad de profundizar y 10% consideró que la actividad era aburrida.

*¿El proyecto te ha servido para ver las reacciones químicas más próximas a nuestro día a día?*

A esta cuestión el 68% de los alumnos respondió que sí porque no eran conscientes de la gran variedad de reacciones que nos rodean, encontrando algún apunte acerca de que este proyecto ha supuesto un pequeño ejemplo y punto de partida para empezar a comprender lo que se empezó a trabajar en el aula previamente al inicio del proyecto, un 27% afirma que ya sabía de la abundancia de estos procesos y el 5% restante sigue sin tener claro en qué consiste una reacción química.

*¿Te han resultado entretenidas las actividades del proyecto?*

Se solicitó en la encuesta que indicaran del 1 al 5 siendo 1 “nada” y 5 “mucho” el grado de entretenimiento al desarrollar las actividades del proyecto.

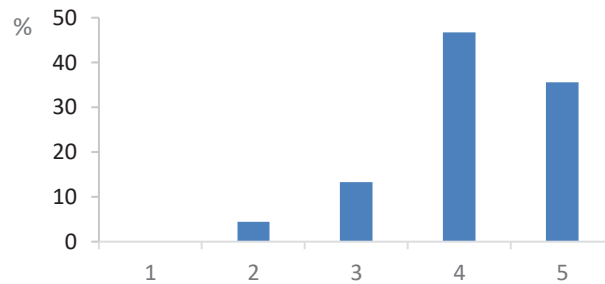


Figura 18 – Gráfico de barras asociado al grado de entretenimiento.

### *¿Qué has aprendido en el desarrollo del proyecto?*

En este apartado se pueden recoger una gran variedad de respuestas. Algunas de ellas se relacionan con el pH, con las reacciones que se producen como consecuencia de la contaminación, con ser más consciente de posibles resultados que conlleva e incluso a mejorar en los procedimientos de ajuste de reacciones.

### *¿Qué es lo que más te ha gustado?*

La respuesta que más se ha repetido con diferencia ha sido el hecho de ir al laboratorio. Consideran que así aprenden de una forma más entretenida en lugar de estar siempre en clase con el libro. Creen que con los experimentos aprenden de una manera más rápida y sencilla. También hay respuestas que destacan como positivo el haber visto relación entre el contenido y su entorno incluyendo en algún caso el hecho de haber aprendido a consultar la calidad del aire de nuestra ciudad.

### *¿Qué ideas se te ocurren para mejorar las actividades?*

La mayoría de las medidas que proponen se resumen en asistir de forma más frecuente al laboratorio. También apuntan que algunos han tenido dificultad a la hora de responder satisfactoriamente al cuestionario asociado a las noticias y que se ha tratado de una actividad que requeriría de más tiempo.

## 5. Discusión y consideraciones finales

Las conclusiones que se pueden extraer de este proyecto se basan en las propias observaciones, así como en los resultados de los guiones de prácticas y de los diferentes cuestionarios que se realizaron a los alumnos.

Uno de los principales objetivos que se plantearon al inicio fue, además de introducir una innovación en el desarrollo de la asignatura de Física y Química, aumentar el interés de los alumnos en los contenidos. Con las respuestas obtenidas a través de los cuestionarios tras el desarrollo de las actividades propuestas se podría afirmar que se ha alcanzado esta meta. La mayor parte de los alumnos ha manifestado haber disfrutado con estas dinámicas indicando que les gustaría desarrollarlas con mayor frecuencia en el transcurso de la asignatura. En todo momento los alumnos estuvieron muy receptivos a la hora de la realización de las dinámicas, mostrándose ilusionados sobre todo en el desarrollo de las actividades más experimentales.

Destacaría la necesidad de haber podido dedicar alguna sesión más al desarrollo de este proyecto para haber analizado con mayor detenimiento algunos aspectos que han presentado más dificultades para los alumnos. En esta línea, la actividad del análisis de las noticias considero que habría sido más nutritiva si se hubiera podido hacer una posterior puesta en común tanto a nivel de grupo como de aula. Dado que contaban con poco tiempo para responder a todas las cuestiones que se planteaban, los diferentes alumnos que componían el grupo se dividieron la tarea por lo que no todos cubrieron todas las actividades propuestas.

Tras haber comprobado las respuestas de los guiones de la práctica se pueden detectar algunos errores conceptuales que se han repetido entre los estudiantes. El primero de ellos sería el de asociar el pH del agua de diferentes procedencias a una clasificación entre “agua limpia” y “agua sucia”. Sin embargo, partiendo de la situación inicial en la que prácticamente ningún alumno supo definir este parámetro, se puede considerar que se ha conseguido un avance en el aprendizaje sobre este concepto a nivel global.

Por otro lado, y aunque desde el principio los alumnos mostraron tener un amplio conocimiento en el ámbito medioambiental, con el desarrollo de estas actividades han podido profundizar en algunas de sus ideas previas con conceptos más técnicos aprendiendo algunas de las reacciones que están implicadas y las consecuencias derivadas de este problema actual.

Considero que parte de la buena aceptación de este proyecto entre los estudiantes se debe al hecho de que han podido realizar experiencias diferentes a las que están acostumbrados. Esta innovación ha podido ser la causante del interés mostrado por parte de la clase.

En mi opinión, pienso que para tener un alumnado motivado e interesado por su aprendizaje es necesario ir introduciendo a lo largo del curso diferentes tipos de actividades y dinámicas para no caer en la monotonía. Por esta razón, es importante que

los docentes nos formemos, no solo en nuestra especialidad, sino también en todos los avances que van apareciendo relacionados con la didáctica de las ciencias. Considero que la clave de éxito está en sorprender y hacer partícipe al alumno de su propio aprendizaje despertando el interés a través de las emociones.

## 6. Referencias

- García-Carmona, A. (2014). Naturaleza de la ciencia en noticias científicas de la prensa: análisis del contenido y potencialidades didácticas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(3), 493-509.
- González Rodríguez, L. y Crujeiras Pérez, B. (2016). Aprendizaje de las reacciones químicas a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(3), 0143-160.
- Méndez Coca, D. (2013). ¿Cómo afrontan los alumnos en secundaria las reacciones químicas? *Aula de Encuentro*, 15.
- Meroni, G., Copello, M. I., y Paredes, J. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educación química*, 26(4), 275-280.
- Soñora, F., Rodríguez-Ruibal, M. M., y Troitiño, R. (2009). Un modelo activo de educación ambiental: prácticas sobre cambio climático. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 17(2), 196-206.
- Taber, K.S. (2015). The role of «practical» work in teaching and learning chemistry. *School Science Review*, 96(357), 75-83.
- Pozo, J. I., Gómez Crespo, M.A. (2001): *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
- Zafra, I. (24/11/17). Valencia eleva la alerta por contaminación al nivel dos. El País, recuperado el 13/05/19 de [https://elpais.com/ccaa/2017/11/24/valencia/1511541298\\_182651.html](https://elpais.com/ccaa/2017/11/24/valencia/1511541298_182651.html)
- Zaragoza, la ciudad con mayor contaminación atmosférica de España. (26 de septiembre de 2011). El Periódico de Aragón, recuperado el 13/05/19 de [http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/zaragoza-ciudad-mayor-contaminacion-atmosferica-espana\\_703376.html](http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/zaragoza-ciudad-mayor-contaminacion-atmosferica-espana_703376.html)
- Zaragoza y otras 15 ciudades superan las emisiones de partículas contaminantes en España. (20 de noviembre de 2017). El Periódico de Aragón, recuperado el 13/05/19 de [http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/zaragoza-otras15-ciudades-superan-emisiones-particulas-contaminantes-espana\\_1243850.html](http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/zaragoza-otras15-ciudades-superan-emisiones-particulas-contaminantes-espana_1243850.html)

## Apéndice: Cuestiones asociadas al análisis de noticias.

CASO 1: Valencia eleva la alerta por contaminación al nivel dos

[https://elpais.com/ccaa/2017/11/24/valencia/1511541298\\_182651.html](https://elpais.com/ccaa/2017/11/24/valencia/1511541298_182651.html)

1.- Según este artículo, ¿Cuál es la concentración expresada en g/l de partículas en suspensión?

2.- ¿Qué consecuencias medioambientales tiene la quema de paja?

*La quema de la paja es una fuente importante de emisiones a la atmósfera en forma de monóxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), hidrocarburos, dioxinas y partículas de distinta naturaleza.*

CASO 2: Zaragoza, la ciudad con mayor contaminación atmosférica de España

[http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/zaragoza-ciudad-mayor-contaminacion-atmosferica-espana\\_703376.html](http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/zaragoza-ciudad-mayor-contaminacion-atmosferica-espana_703376.html)

[http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/zaragoza-otras15-ciudades-superan-emisiones-particulas-contaminantes-espana\\_1243850.html](http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/zaragoza-otras15-ciudades-superan-emisiones-particulas-contaminantes-espana_1243850.html)

1.- Según este artículo, ¿Cuál es la concentración MÁXIMA permitida de partículas en suspensión, expresada en g/l en el aire?

2.- ¿cuál es la diferencia de concentración, expresada en g/l, entre Logroño y Zaragoza? ¿y entre Zaragoza y la ciudad iraní de Ahwaz? ¿Qué significan estos datos?

3.- Tras leer la segunda noticia que te proponemos, ¿a qué es debida la contaminación del aire principalmente? ¿Qué medidas adoptarías como vecino de Zaragoza para mitigar el problema?

*Cuestiones comunes a ambos casos:*

1. El impacto ambiental antropogénico proviene de la liberación de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), y óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) en los procesos de combustión de hidrocarburos. Escribe, al menos, dos posibles reacciones químicas asociadas a este proceso con el ajuste que le corresponde.

2. Explica brevemente qué tipos de gases son los NO<sub>x</sub> y qué efectos tiene la exposición de altas concentraciones del mismo sobre el organismo.

3. Explica brevemente qué tipos de gases son los SO<sub>x</sub> y qué efectos tiene la exposición de altas concentraciones del mismo sobre el organismo.

4. ¿De dónde proceden principalmente las partículas en suspensión ligadas a la actividad humana? ¿Qué representa la abreviatura PM10 que aparece en la noticia?

5. ¿Qué son los COV? ¿Cómo se generan los que tienen procedencia antropogénica? ¿Cómo se han producido según la información de esta noticia?

El etano (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), el propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) o el butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) son los más frecuentes, ajusta las reacciones químicas que tendrán lugar en presencia de oxígeno.

6. El principal problema medioambiental relacionado con los COV es su carácter como precursor de ozono al mezclarse con otros contaminantes atmosféricos (NO<sub>x</sub>) y reaccionar con la luz solar? ¿Qué efectos tienen estas reacciones sobre el medio ambiente? Explícalo.

7. Consulta en la siguiente dirección algunos datos de la calidad del aire de tu ciudad:

<http://www.zaragoza.es/ciudad/medioambiente/atmosfera/redconta/red.htm>

- ¿Qué estación registró una mayor concentración de PM10 ayer? ¿A qué hora?
- La estación de Las Fuentes es la más cercana a nuestro colegio. ¿Qué valores máximos registró de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y PM10?





# **ANEXO II - DISEÑO DE UN PROYECTO DIDÁCTICO**

**FÍSICA, QUÍMICA Y MEDIOAMBIENTE**



# Índice

Introducción .....	1
Análisis del contenido .....	2
Análisis didáctico .....	4
Determinación y Secuenciación de los Objetivos .....	6
Secuencia de actividades .....	7
Propuesta de evaluación .....	18
Bibliografía .....	19
Práctica: Y tú, ¿re-accionas?.....	20



## **Introducción**

En el presente trabajo se va a desarrollar la propuesta de una secuencia de actividades de Enseñanza-Aprendizaje dentro del área de Física y Química que tendrán como temática principal el medioambiente.

Se pretende conseguir un aprendizaje significativo y motivador para lograr la adquisición de contenidos curriculares al mismo tiempo que se fomentan actitudes y responsabilidades ciudadanas para mejorar el entorno del alumno con la introducción de un Aprendizaje-Servicio.

Para este fin se elige dotar a este proyecto de un enfoque CTS (ciencia-tecnología-sociedad) en el que los conocimientos que se adquieran puedan tener un significado en la sociedad actual de los alumnos. Con este tipo de dinámicas se busca trabajar más competencias que la puramente matemática, tecnológica y científica fomentando la educación social y cívica. Con esta orientación se pretende hacer la ciencia más cotidiana, próxima y útil.

Esta elección se determina debido a que se considera que los problemas ambientales son un buen contexto para el desarrollo de los estudiantes si se trabajan desde los conocimientos científicos necesarios para comprender sus causas, procesos, evolución e incluso posibles soluciones.

En esta secuencia se plantea una actividad para cada curso donde se imparte la asignatura desde 2º de Secundaria hasta 1º de Bachillerato y la asignatura de Química de 2º de Bachillerato. Así, se propone que, tras finalizar la realización de las actividades, los alumnos de las diferentes etapas pongan en común los resultados y conclusiones extraídos de las experiencias en un acto que se organiza para la “Semana de la Ciencia” en el centro.

Las actividades pretenden adaptarse a cada curso teniendo en consideración los conocimientos que los alumnos ya han adquirido y aquellos que se esperan lograr en la etapa en la que se encuentran. Además, todas estas propuestas giran en torno a la conocida “Regla de las tres erres: reducir, reciclar y reutilizar” para que, tras la puesta en común de las diferentes experiencias, se pueda elaborar una guía con propuestas de mejora de eficiencia y sostenibilidad del centro. En función de los resultados que se obtengan se podría plantear una propuesta más ambiciosa y extrapolar algunas propuestas para mejorar la situación del barrio en el que se sitúa el centro.

Con esta propuesta se busca cubrir algunos de los contenidos a trabajar en cada curso a través de la contextualización y empleando metodologías que permitan salir de la enseñanza puramente transmisiva. Así se desea involucrar al alumno en su propio proceso de aprendizaje planteando actividades que permitan formar ciudadanos críticos capaces de tomar decisiones propias y plantear medidas para solucionar problemas implicando niveles cognitivos que vayan más allá del mero conocimiento.

## Análisis del contenido

Como se apunta en la introducción esta propuesta tiene como objetivo trabajar la química en la sociedad y el medioambiente mediante la sensibilización de los jóvenes acerca de la importancia de preservarlo y busca facilitar la comprensión de los contenidos de cada etapa a través de la interacción de los estudiantes con su entorno.

A continuación, se van a enumerar los contenidos que se han seleccionado haciendo una diferenciación entre conceptos, procedimientos y actitudes que se pretenden trabajar en las actividades propuestas. Los conceptos se secuencian en función de la etapa si bien los procedimientos y actitudes pueden considerarse comunes a la práctica totalidad de la serie de actividades.

### Conceptos

Curso	Conceptos
2° ESO	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cambios físicos y cambios químicos.</li><li>- Sustancias puras y mezclas.</li><li>- Separación de mezclas heterogéneas.</li></ul>
3° ESO	<ul style="list-style-type: none"><li>- Las reacciones químicas.</li><li>- Ajuste estequiométrico.</li><li>- pH: acidez y basicidad.</li></ul>
4° ESO	<ul style="list-style-type: none"><li>- Procesos industriales y consecuencias medioambientales.</li><li>- Fuentes de energía.</li></ul>
1° Bach.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Química del carbono: polímeros.</li><li>- Nuevos materiales.</li></ul>
2° Bach	<ul style="list-style-type: none"><li>- Reacciones de oxidación-reducción: construcción de pilas.</li></ul>

### Procedimientos

- Identificación y diferenciación de fenómenos observables para distinguir entre cambios físicos y químicos y clasificar diferentes tipos de materia
- Realización de simulaciones de procesos a gran escala empleando técnicas sencillas.
- Introducción al manejo de materiales y técnicas de laboratorio.
- Observación e interpretación de procesos relacionados con el medioambiente a partir de la realización de diferentes experiencias.

- Planteamiento de problemas reales con el fin de que los alumnos trabajen dentro de un “aprendizaje-servicio” pudiendo implementar diferentes estrategias de resolución.
- Correcta utilización de las TIC como herramienta para obtener datos, elaborar la información, analizar resultados y exponer conclusiones y acceso a sitios web que favorezcan la interacción con la asignatura fuera del horario escolar.
- Concienciación de la importancia de preservar el medioambiente a través del análisis de artículos de prensa y otros recursos.
- Realización de debates en grupos.

### **Actitudes**

- Interés por la preservación del medioambiente.
- Valoración de las consecuencias de algunas prácticas de la sociedad en el entorno e iniciativa para la propuesta de posibles soluciones.
- Formación de ciudadanos críticos con el papel de la Química en la sociedad, tanto en sus aplicaciones innegables para el progreso como sus posibles efectos negativos en algunas aplicaciones.
- Cuidado del material (laboratorio, recursos digitales, etc.)
- Respeto por el turno de palabra y opiniones de otros.
- Valoración de todas las aportaciones en la realización de trabajos cooperativos.

## **Análisis didáctico**

Para el diseño de las actividades es fundamental situar al alumno en el centro del proceso de enseñanza y aprendizaje. Por esta razón, como se nombra con anterioridad, al tratarse de una secuencia que se desarrolla a lo largo de diferentes cursos académicos, será de gran importancia analizar las características de los estudiantes en cada etapa y estudiar en profundidad el currículo en cada ciclo. También es vital tener en cuenta a la hora de diseñar actividades cuáles son las ideas previas de los alumnos, las posibles dificultades a las que se pueden enfrentar, así como la demanda cognitiva que se requiera para cada propuesta.

Los alumnos poseen sus propias convicciones acerca de los procesos que tienen lugar en la naturaleza. Estas ideas las van construyendo a medida que entran en contacto con su entorno a partir de sus propias experiencias o interpretaciones de los hechos que observan desde mucho antes de estudiar ciencias en la escuela. En ocasiones estas construcciones no se corresponden con las teorías aceptadas por la comunidad científica. (Pozo y Gómez Crespo, 2001).

Para el aprendizaje de esta disciplina es de vital importancia relacionar los contenidos con otras áreas y que el aprendizaje esté contextualizado haciéndolo más atractivo a través de la vinculación con nuestro entorno social, tecnológico o industrial.

Según podemos leer en el texto de Meroni, Copello y Paredes (2015) uno de los métodos para enseñar ciencias y facilitar su comprensión es a través de la enseñanza contextualizada de las ciencias, es decir, establecer relaciones con la vida cotidiana de los alumnos, dando respuesta a sus intereses y necesidades y se puedan formar como ciudadanos capaces de resolver problemas y tomar decisiones basándose en cuestiones científicas y tecnológicas.

Uno de los temas que se puede llevar al aula es el estudio del medioambiente. Se puede extraer de Soñora, Rodríguez-Ruibal y Troitiño (2009) que este tema motiva a los jóvenes y les resulta atractivo dado que está muy presente en la vida cotidiana y medios de comunicación, y los estudiantes lo perciben como algo cercano. Además, este tema presenta una gran versatilidad, pudiendo trabajarse con una gran variedad de metodologías permitiendo un aprendizaje activo, significativo y en estrecho contacto con la realidad.

A continuación, se van a comentar algunas de las posibles dificultades e ideas alternativas que se pueden encontrar en algunos de los principales contenidos a tratar.

### **Sustancias y Reacciones químicas**

El alumnado puede encontrar la química como una disciplina complicada debido a que centra su estudio en partículas no observables y conceptos complejos. Entre algunas de las dificultades que se extraen del texto de Méndez (2013) en el desarrollo de la enseñanza



de las reacciones químicas podemos encontrar la diferenciación entre cambios físicos y químicos, la identificación de una transformación química como un cambio sustancial, la asimilación de que en una reacción química se produce una reorganización de los átomos o la interpretación del significado del ajuste estequiométrico de una reacción química entre otras.

Muchos estudiantes no comprenden los fenómenos químicos debido a la complejidad que conlleva observar procesos a nivel macroscópico e interiorizar las explicaciones a nivel de la teoría atómico-molecular.

## **pH**

Del texto de Jiménez, De Manuel, González-García y Salinas (2000) se puede destacar la desconexión entre los fenómenos cotidianos y los conceptos que se aplican en el aula señalando que los alumnos presentan dificultades a la hora de clasificar productos con los que estamos familiarizados como ácidos o bases. Se menciona que en muchas ocasiones los alumnos relacionan el concepto del pH a una disolución con mucha fuerza, venenosa o como una sustancia que quema, concluyendo muchos de ellos que solo beberían disoluciones neutras aun cuando estas preguntas se realizan a alumnos de los primeros cursos de universidad.

Este es un concepto que en el currículo de Aragón aparece por primera vez en 4º de Secundaria, pero existen diferentes opiniones acerca de cuál es el mejor momento para la introducción de estos conceptos puesto que desde mucho antes escuchan términos como lluvia ácida, caramelos ácidos, acidez de estómago, etc. Además, en la publicidad o etiquetado de productos aparecen conceptos específicos de la química como el pH y la neutralización.

## **Medioambiente**

Como afirman García-Rodeja y Lima de Oliveira (2012) uno de los principales objetivos de la educación es que los estudiantes conozcan la naturaleza de los problemas ambientales para que sean capaces de tomar decisiones como ciudadanos responsables en el futuro. Sin embargo, esto presenta algunas dificultades.

Si bien muchos fenómenos observables son considerados claras consecuencias del cambio climático, una de las dificultades que se exponen al abordar esta temática es el hecho de que algunos de los problemas globales no son perceptibles de manera directa para las personas. Además, otras tienen lugar en áreas del planeta que son muy lejanas a nuestra situación geográfica como es el caso del derretimiento de los polos o son procesos tan graduales que prácticamente nos pasan desapercibidos. También se apunta la dificultad del debate científico debido a la gran diversidad de puntos de vista y la complejidad de los problemas globales, con interacciones entre causas y efectos.

## **Determinación y Secuenciación de los Objetivos**

La secuencia de actividades que se propone en este trabajo se caracteriza por tener unos objetivos generales que pretenden cubrirse con la realización de cada actividad y la posterior puesta en común de las reflexiones alcanzadas tras llevar a cabo las experiencias. Estos objetivos se podrían considerar con mayor carácter genérico y son comunes a todos los cursos.

- Reflexionar acerca de los problemas medioambientales actuales y la sostenibilidad.
- Formar ciudadanos comprometidos con el entorno, capaces de exponer algunos de los problemas existentes en la actualidad.
- Proponer actuaciones para mejorar la situación del centro, y si procede, del barrio.
- Sensibilizar acerca de la importancia de la gestión de residuos.

Estos objetivos se tratarán de cubrir con el trabajo de otras metas más concretas que se especificarán en cada una de las actividades descritas en el siguiente apartado.

## Secuencia de actividades

### Actividad 1

La primera de las actividades se propone en el segundo curso de secundaria en el estudio del bloque de “La materia” dado que requiere que los alumnos sean capaces de diferenciar tipos de mezclas y conocer diferentes procesos de separación de las mismas. Esta actividad pretende realizar una simplificación del proceso de depuración de aguas residuales pudiendo aplicar algunos de los métodos de separación que se tratan en este curso a un problema real.

En este nivel, los objetivos principales de la práctica son:

- Afianzar los conocimientos acerca de los métodos de separación de mezclas heterogéneas.
- Introducir a los alumnos en procedimientos experimentales a través del uso de materiales fáciles de manejar.
- Fomentar hábitos de uso responsable del agua.

Para la puesta en práctica de esta actividad se utilizará como metodología el aprendizaje cooperativo y la experimentación. Se espera que este aprendizaje cooperativo permita a los alumnos solucionar de manera más efectiva el problema que se plantea valorando todas las opciones que se propongan. Del mismo modo se espera que el hecho de otorgar diferentes funciones a cada grupo les haga sentir que cuando cooperan el resultado puede ser mejor que cuando trabajan de manera individual.

Además, para esta práctica, la mayoría de los materiales con los que van a trabajar no son utensilios específicos de laboratorio, pero les podrá servir como introducción al trabajo en este espacio, pudiendo el profesor establecer una relación entre los objetos que van a utilizar y los que se consideraría más técnicos.

La primera tarea de esta actividad consiste en la clasificación de algunas de nuestro entorno según la clasificación de tipos de materia que conocen y la distinción de algunos fenómenos entre cambios físicos y cambios químicos. Así, se busca repasar algunos conocimientos previos a la vez que se introduce la temática del entorno.

Las sustancias que se citan a continuación las podemos encontrar a nuestro alrededor, pero ¿cuáles son sustancias puras y cuáles mezclas? Indica si las sustancias puras son elementos o compuestos y diferencia las mezclas entre homogéneas y heterogéneas.

- a) Agua del río.
- b) Oxígeno del aire.
- c) Granito.
- d) Agua del grifo.
- e) Arena de playa
- f) Dióxido de carbono

En caso de estar formadas por más de un elemento, ¿cuál crees que es su composición?

En la naturaleza también podemos observar algunas transformaciones. Indica cuáles de las siguientes transformaciones son físicas y químicas.

- a) Oxidación de un metal tras su exposición al aire.
- b) Talar un árbol.
- c) Se derriten los cascos polares.
- d) Los fertilizantes que se emplean en agricultura se disuelven en el agua del río.
- e) Se quema un bosque en un incendio de verano.
- f) Se evapora el agua de los océanos.
- g) Disminución de la capa de ozono.

Se propone que el inicio de esta segunda tarea consista en la presentación a los alumnos de dos barreños con agua y con muchos otros elementos simulando diferentes desperdicios que podemos encontrar en un río antes de entrar a una depuradora.

En estas muestras de “agua residual” podemos encontrar una bolsa de patatas de plástico pequeña, un par de toallitas húmedas, algodón, un pañuelo de papel, bastoncillos para los oídos, algunas piedras pequeñas, una lata, hojas de árbol, pequeñas ramas, un trozo de cartón, una mancha de aceite, tierra y arena.

Se pretende que los alumnos realicen una pequeña prueba experimental simplificando algunos de los procesos que tienen lugar en las depuradoras para eliminar los residuos. Para ello deberán implementar algunas de las técnicas de separación que se introdujeron previamente.

## ¿Cómo “depuramos” nuestro río?

### Introducción

Delante de vosotros tenéis una muestra que se asemeja a las aguas contaminadas de los ríos antes de pasar por un proceso de depuración para obtener agua apta para el consumo. ¡Os proponemos un reto! Tratad de limpiar el agua todo lo posible teniendo en cuenta los diferentes tipos de residuos que observáis. Para ello podréis emplear los siguientes materiales.

### Materiales

- Imán
- Rejilla del horno
- Trozo de malla verde
- Embudo
- Pajitas
- Cuchara
- Escurridor de pasta
- Espumadera
- Colador normal
- Colador de tela
- Filtro de café

### Procedimiento

Debéis formar 6 grupos y tendréis las siguientes misiones:

- Grupos 1 y 4: se encargarán de separar las grasas y aceites.
- Grupos 2 y 5: tendrán que averiguar cómo separar los sólidos grandes.
- Grupos 3 y 6: su función será tratar de eliminar los sólidos en suspensión.

Los grupos 1, 2 y 3 se encargarán de un barreño y los restantes del otro.

Una vez que hayáis decidido qué procedimiento vais a utilizar para hacer la separación y antes de comenzar con la limpieza, tendréis que consensuar en qué orden vais a llevar a cabo esta “depuración”.

¡Adelante!

### Conclusiones

¿Ha cambiado la apariencia de la muestra de agua con respecto al principio?

¿Qué orden habéis seguido para la separación? ¿Qué elementos habéis empleado? Si tuvieras que repetir la experiencia, ¿cambiarías el orden o el material? ¿Qué dificultades habéis encontrado?

¿De dónde crees que proceden los residuos que habéis separado?

Cuando hayan finalizado, se proyectará el siguiente vídeo de forma que puedan tener una visión más certera del funcionamiento de una planta de depuración de aguas residuales.

<https://www.youtube.com/watch?v=Hi2ilunFSWc>

La última tarea relacionada con esta actividad se centrará en la reflexión acerca de las consecuencias que puede tener una mala gestión de residuos en nuestro entorno. Para ello se propone que elaboren una lista de propuestas que podrían llevar a la práctica tanto en los hogares como en el centro y las plasmen un mural conjunto que servirá como base para la exposición en la Semana de la Ciencia.

Se proponen un par de recursos web que pueden servirles de ayuda para sus propuestas.

<https://www.ambientech.org/ambientech/spa/animation/la-contaminaci%C3%B3n-en-los-r%C3%ADos>

<https://www.ambientech.org/ambientech/spa/animation/explorando-los-residuos>

## Actividad 2

Se plantea la realización de esta segunda actividad en el tercer curso de educación secundaria en el bloque de “Los Cambios Químicos” porque requiere que los estudiantes hayan comenzado a familiarizarse con los compuestos químicos, aprendizaje que en cursos anteriores es difícil de alcanzar puesto que por lo general es en este curso cuando trabajan por primera vez la formulación.

Otro requisito fundamental para tratar de comprender los procesos que implican las reacciones químicas es conocer las uniones entre átomos y comprender su unión para la formación de elementos y compuestos.

Además, dada la dificultad de pasar del estudio macroscópico al microscópico puede ser positivo trabajar las reacciones químicas y resolver ejercicios de estequiometría con algunos ejemplos en el laboratorio y que a su vez puedan relacionar con un problema medioambiental.

Por otro lado, y pese a que en principio es un concepto que se suele introducir en cursos posteriores, considero interesante trabajar en este punto el del pH ya que en este curso se propone introducir algunos fenómenos como la lluvia ácida al estudiar algunas reacciones contaminantes.

Por tanto, los objetivos específicos que se plantean con el desarrollo de esta actividad son:

- Introducir los conceptos de ácido, base y pH.
- Observar transformaciones químicas y trabajar el ajuste estequiométrico.
- Familiarizar con algunas de las reacciones químicas contaminantes y los compuestos implicados en ellas.
- Analizar recursos periodísticos.

De nuevo, la metodología empleada se basará principalmente en el aprendizaje a través de una experiencia en el laboratorio, esta vez introduciendo materiales más propios de este espacio y aprendizaje cooperativo, sobre todo para el análisis de recursos periodísticos posterior a la práctica.

Dado que en esta actividad se pretenden estudiar algunas reacciones químicas implicadas en el fenómeno de la lluvia ácida se divide en dos partes diferenciadas:

- a) Introducción a los conceptos de ácido y base mediante el estudio del pH de algunas disoluciones.
- b) Consecuencias de la lluvia ácida.

Para la introducción de ácidos y bases se propone medir el pH de dos disoluciones presentes en nuestra vida cotidiana como son el vinagre, el agua y el detergente. Así, los alumnos podrán clasificar el primero como ácido, el agua neutra y el detergente como base.

A continuación, se les mostrarán aguas con diferentes procedencias: agua del río, agua de lluvia, agua embotellada y agua del grifo. Para tomar estas medidas emplearán papel indicador de pH limitado a un rango entre 6 y 8,1. De esta manera se espera que observen diferentes valores de pH pudiendo detectar un valor ligeramente ácido en el agua procedente de la lluvia.

Para comprender la procedencia de este carácter ácido se hace referencia a la reacción que tiene lugar entre los óxidos de nitrógeno y azufre procedentes de fábricas, vehículos, etc. con el vapor de agua de la atmósfera para producir ácido nítrico y sulfúrico respectivamente. Después se propone el ajuste de estas reacciones identificando los reactivos y los productos.

Centrándonos en el último de los ácidos, se les proporciona a los alumnos una disolución de ácido sulfúrico al 2% y una serie de objetos a los que deberán añadir unas gotas de esta disolución. Hecha la adición deberán anotar sus observaciones y tratar de ajustar las reacciones químicas que se producen.

La segunda tarea que se propone para esta actividad consiste en el análisis de noticias relacionadas con la contaminación y el medioambiente. Para ello, los alumnos trabajan en los grupos formados por 3-4 personas, y emplean los ordenadores de los que disponga el centro para consultarlas.

Se les proporciona un guion con el enlace a la noticia que deben leer y una serie de cuestiones que tienen que resolver y redactar sus respuestas en un único informe de grupo. Entre ellas hay algunas que se responden extrayendo información directamente del artículo y otras sobre las que deben investigar, consultando su libro de texto u otros sitios web.

**Caso 1:** *“Valencia eleva la alerta por contaminación al nivel dos”* – del diario El País.

**Caso 2:** *“Zaragoza, la ciudad con mayor contaminación atmosférica de España”* y *“Otras 15 ciudades superan las emisiones de partículas contaminantes en España”* – del diario El Periódico de Aragón y Zaragoza

Además, uno de los puntos consiste en que analicen los niveles de algunos parámetros que indican la calidad del aire de Zaragoza consultando los resultados de los centros de medición de la ciudad dentro de la página web del ayuntamiento.

En este curso se propone a los alumnos que elaboren un pequeño documental en el que pueden incluir algunas imágenes o vídeos de los fenómenos que han observado en el laboratorio. También pueden incorporar, por ejemplo, imágenes de monumentos o estructuras que se hayan visto deteriorados por la lluvia ácida o algunos de los gráficos que han analizado sobre algunos parámetros de contaminación en la ciudad, entre muchas otras opciones. La idea es que transmitan al resto de alumnos las principales causas y consecuencias de este fenómeno para que puedan comprenderlo y tomar medidas de manera conjunta.

### Actividad 3

La actividad que se propone en 4º de secundaria se centra en un análisis de diferentes procesos industriales y fuentes de energía.

Se necesita que los alumnos hayan comprendido en cursos anteriores los cambios físicos y químicos para ahora poder interiorizar que en todos ellos se produce una transformación energética. Además, para entender algunos de estos procesos que tienen lugar a escala industrial es necesario que hayan asentado los principios básicos en los que se fundamentan las reacciones químicas a través de transformaciones más sencillas. De esta manera se podrá alcanzar la comprensión de procesos que presenten un mayor grado de complejidad.



Así, los objetivos para este nivel serán:

- Conocer algunos de los procesos químicos que tienen lugar a nivel industrial y energético.
- Realizar un pequeño trabajo de investigación haciendo uso de las TIC a través de recursos digitales para la búsqueda y selección de información.
- Debatir sobre la importancia de la generación de residuos de algunas industrias.
- Debatir acerca de las ventajas y desventajas de diferentes fuentes de energía.

En esta actividad la metodología que se propone se basa en un debate dirigido sobre un temática cuestionable y analizable de diversos enfoques. Con esto se persigue que los estudiantes sean tolerantes con las opiniones de los demás y puedan nutrirse de ellas al mismo tiempo que están adquiriendo nuevos conocimientos que les servirán para poder ser críticos con algunos de los temas de actualidad en la sociedad. Se enmarca dentro de esta asignatura para que los alumnos puedan fundamentar sus argumentos en conceptos y bases científicas.

Esta actividad se va a dividir en dos partes que se trabajarán de manera semejante pero que abordarán dos temáticas diferentes.

La primera parte consiste en que los alumnos formen grupos de unos 5 integrantes. El profesor escribirá en la pizarra 10 industrias y cada grupo deberá buscar información en casa sobre dos de ellas.

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| - Industria metalúrgica                 | - Industria textil       |
| - Industria química                     | - Industria agropecuaria |
| - Refinado del petróleo                 | - Industria minera       |
| - Industria de colorantes               | - Industria pesada       |
| - Industria del cloro y plantas del PVC | - Industria farmacéutica |

En esta búsqueda deben averiguar qué residuos se producen y, si es posible, algunas de las reacciones químicas que tienen lugar en el proceso. También se propone investigar sobre la presencia de alguna de estas industrias en nuestra comunidad autónoma o, en su defecto, en nuestro país. Después, ya en el aula, se pondrán en común los datos que hayan encontrado de tal forma que todos los alumnos sean conocedores de los fundamentos de cada una de las industrias propuestas.

Tras la puesta en común se dedicarán 5 minutos para que dentro de cada grupo se elabore una lista con aquellas 5 industrias que eliminarían de nuestra sociedad considerando por un lado la gravedad de los residuos y por otro lado el valor que otorguen a los productos que se obtienen.

A continuación, cada grupo expondrá su elección y los motivos que argumenta para apoyarla abriendo un debate en el aula para que el resto de los grupos puedan ir comentando sus diferentes propuestas.

La segunda parte será esencialmente igual, pero esta vez el profesor planteará en la pizarra 10 fuentes de energía diferentes, incluyendo algunas renovables y otras no renovables. Siguiendo la misma metodología, los diferentes grupos deberán investigar cuál es su eficiencia y los residuos que generan. Del mismo modo que en el apartado anterior, se hará referencia a las explotaciones mineras turolenses o a la energía hidroeléctrica generada a partir de algunos ríos del Pirineo.

- |                         |                      |
|-------------------------|----------------------|
| - Carbón                | - Gas natural        |
| - Energía hidráulica    | - Petróleo           |
| - Energía eólica        | - Energía nuclear    |
| - Energía de la biomasa | - Energía solar      |
| - Energía mareomotriz   | - Energía geotérmica |

Se propondrá que de nuevo elaboren una lista, esta vez con aquellas que seleccionarían como las mejores fuentes para obtener energía y se propondrá un debate para compartir las diferentes opiniones que vayan surgiendo.

<https://www.ambientech.org/ambientech/spa/category/energ%C3%ADa-1>

Para confeccionar el material que les servirá de base para su exposición en la Semana de la Ciencia, se propone que elaboren pósteres con aquellas 5 industrias que hayan sido más rechazadas por la mayoría de los alumnos y las 5 fuentes de energía que seleccionarían. Se aceptará cualquier otro medio de presentación, siempre y cuando se transmita de manera clara y visual los argumentos que les han llevado a proponer esa elección.

#### Actividad 4

En la cuarta actividad de esta secuencia se propone profundizar en el tema de los polímeros analizando su estructura, síntesis y propiedades. Para ello es preciso haber introducido la química del carbono, contenido que empieza a esbozarse en 4º de secundaria. Además, podrá complementarse bien con la **actividad 3** que realizan los alumnos de cuarto ya que habrán podido adquirir algunos conocimientos acerca de su obtención a partir del estudio de la industria del petróleo.

En esta actividad también se solicitará que propongan una serie de medidas para reducir el excesivo uso de plástico que está deteriorando gravemente la calidad de nuestros ecosistemas. Esto tendrá una complementariedad con la **actividad 1** de esta


secuencia, donde muchos de los residuos que se separan están fabricados a partir de este material.

Teniendo esto en cuenta, los principales objetivos de la actividad son:

- Reconocer la gran variedad de polímeros en nuestro alrededor asociándolos a una estructura molecular y propiedades.
- Estudiar reacciones químicas asociadas.
- Proponer medidas que puedan disminuir el abuso de empleo de polímeros no degradables.
- Introducir a los alumnos en el estudio de polímeros y otros materiales biodegradables.

Para la realización de esta primera parte de la actividad se pedirá a los alumnos que previamente en sus casas traten de localizar diferentes objetos que estén fabricados a partir de plásticos y, en la medida de lo posible, averigüen de qué tipo de polímero se trata. Para ello podrán emplear las diferentes etiquetas que caracterizan a cada grupo.

Lo primero que se propone será la puesta en común en los diferentes grupos de las respectivas averiguaciones de cada integrante para elaborar una lista de los diferentes polímeros que hayan localizado. Después, deberán relacionar cada uno de ellos con su estructura química, así como con algunas de sus propiedades. Para ello podrán completar una tabla con la que se muestra a continuación siguiendo el ejemplo.

Clasificación	Código de identificación	Estructura y propiedades
Poliésteres		PET (polietilentereftalato, condensación del ácido tereftálico y el etilenglicol (etanodiol). Uso en envases de bebidas.

Para la segunda parte de la actividad se propone el análisis de una serie de recursos con el fin de concienciar acerca de las graves consecuencias que tiene el extendido uso de plásticos y el hecho de no reciclarlos de manera adecuada.

Dentro de los grupos que se establecen en la primera sesión se propone que los alumnos elaboren un pequeño proyecto en el que propongan una serie de medidas que se podrían adoptar en nuestra sociedad, bien a nivel doméstico o propuestas a una mayor escala.

Para exponer sus medidas se propone la realización de un poster que puede incluir algunos de los siguientes puntos:

- Argumentos por los que es necesario reducir el uso de los plásticos.
- Situaciones en las que consideran que no es necesario el uso de este material, por ejemplo, envasado de frutas, platos y vasos desechables, etc.
- Materiales alternativos a los polímeros.
- Reciclaje de los plásticos.

Aquí se deja una muestra de posibles artículos a analizar.

<https://www.lavanguardia.com/gente/20190519/462335177263/dabiz-munoz-video-plasticos-mar.html>

[https://elpais.com/elpais/2019/05/07/ciencia/1557237586\\_653156.html](https://elpais.com/elpais/2019/05/07/ciencia/1557237586_653156.html)

<https://www.residuosprofesional.com/sinsost-materiales-biodegradables/>

[https://www.huffingtonpost.es/2018/04/18/nuevos-materiales-revolucionarios-para-crear-envases-mas-sostenibles\\_a\\_23407682/](https://www.huffingtonpost.es/2018/04/18/nuevos-materiales-revolucionarios-para-crear-envases-mas-sostenibles_a_23407682/)

<https://www.residuosprofesional.com/material-algas-biodegradable-comestible/>

<https://www.residuosprofesional.com/residuos-organicos-material-construccion/>

Una vez analizados algunos de los problemas medioambientales que conlleva el uso abusivo de los plásticos y la familiarización con algunas alternativas, se lanza a los alumnos la siguiente cuestión:

- ¿Podemos vivir en la actualidad en un mundo de plásticos 0?

Las conclusiones extraídas de esta actividad deberán quedar reflejadas en los pósteres, así como aspectos de reutilización y estrategias para el uso responsable.

## Actividad 5

Como última actividad de esta secuencia se propondrá a los alumnos que diseñen una pila a partir de una serie de materiales que se les ofrecerán. Esta tarea se plantea en 2º de Bachillerato dado que en este curso se introducen las reacciones de oxidación-reducción.

A lo largo de las diferentes actividades se han trabajado conceptos de energía y se ha tratado de formar alumnos conscientes de la importancia de preservar el medioambiente

y las graves consecuencias de la contaminación. Es por eso por lo que dentro de las opciones de diseño de las que disponen podrán encontrar pilas que proporcionen una mayor energía pero que a su vez sean altamente contaminantes frente a otras con menores rendimientos, pero también menos perjudiciales. Así, los objetivos de esta última actividad son:

- Diseñar una pila a partir de los materiales proporcionados.
- Justificar los procesos que tienen lugar mediante el método del ion-electrón.
- Analizar los posibles resultados y alcanzar un compromiso entre la eficiencia y el medioambiente.
- Justificar la elección atendiendo a la importancia del uso de energías limpias.

Para esta actividad los estudiantes se organizarán en pequeños grupos de unas 3 personas y, a partir de la lista de electrodos que se proponen a continuación tendrán que construir una pila. Para elegir finalmente unas opciones frente a otras, tendrán que ajustar las reacciones que tienen lugar en los procesos propuestos y calcular el voltaje de la pila.

$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ / \text{Pb}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O}$	1,45 V
$\text{Ag}^+/\text{Ag}$	0,80 V
$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$	0,34 V
$\text{H}^+/\text{H}_2$	0 V
$\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$	-0,44 V
$\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$	-0,76 V

Se espera que a la hora de razonar su elección tengan en cuenta tanto la eficiencia de la pila como la sostenibilidad de la misma, pudiendo llegar a un equilibrio tratando de evitar aquel diseño que implique la elección de metales pesados.

Para el acto relativo a la Semana de la Ciencia, se propone que por grupos preparen pequeñas representaciones simulando pilas no contaminantes. Para ello pueden emplear diferentes ejemplos que se pueden encontrar en la bibliografía como aquellas baterías formadas a partir de limones, u otras pilas que emplean disoluciones como el vinagre o agua con sal o maquetas para simular otros procesos.

La idea es que reflexionen y transmitan la importancia de gestionar los residuos que provienen de pilas y baterías, haciendo hincapié en los metales pesados.

## **Propuesta de evaluación**

Dado que es un proyecto con una gran variedad de componentes para poder reflexionar y evaluar, tan solo se van a indicar algunos aspectos generales que se podrían tener en cuenta a la hora de llevarla a cabo.

Esta propuesta tendría dos partes diferenciadas a evaluar distinguiendo entre los contenidos más teórico/prácticos correspondientes a cada etapa y aquellos con una componente más actitudinal.

Para evaluar si se han alcanzado los primeros, habría que realizar un análisis de cada actividad a nivel individual y valorar si los alumnos han adquirido los contenidos que se pretendía cubrir con las mismas. Esto se podría llevar a cabo de diferentes maneras dependiendo de cada práctica concreta: cuestionarios finales, informes de laboratorio o el propio análisis del resultado final del proyecto, en formato póster, vídeo o maqueta. Para el ámbito más disciplinar se podrá valorar, en primer lugar, las reflexiones y conclusiones a las que lleguen los alumnos de los diferentes cursos tras la realización de cada una de las actividades expuestas atendiendo a la sensibilización mostrada y las medidas propuestas.

Además, puede pedirse a cada alumno que realice un cuestionario de autoevaluación al final del proyecto con el objetivo de fomentar su autorregulación. De esta manera, cada estudiante podrá valorar qué objetivos ha entendido mejor o peor, y por tanto a qué contenidos necesita prestar más atención en las sesiones teóricas.

Por otro lado, se podrá tener en cuenta el modo en que transmitan los aprendizajes y la concienciación que hayan adquirido, así como la adaptación de sus mensajes para que los alumnos de todos los niveles sean capaces de comprenderlos.

Para recoger estos aprendizajes se propone la realización de un dossier de buenas prácticas que se puedan implementar a nivel de centro para mejorar la sostenibilidad. También se podrá valorar la iniciativa de los alumnos si, tras la realización de la puesta en común de todas las experiencias y medidas tomadas, se involucran en algún proyecto que vaya más allá del ámbito del centro y se plantee extrapolarlo a propuestas para el barrio o incluso ponerse en contacto con el ayuntamiento para llevar a cabo alguna iniciativa que pueda desarrollarse en más centros.

## Bibliografía

- García-Rodeja, I. y Lima de Oliveira, G. (2012). Sobre el cambio climático y el cambio de los modelos de pensamiento de los alumnos sección investigación didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(3), 0195-218.
- Jiménez Liso, M. R., de Manuel Torres, E., González García, F. y Salinas López, F. (2000). La utilización del concepto de pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos: aplicaciones en el aula. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 18(3), 451-461.
- Méndez Coca, D. (2013). ¿Cómo afrontan los alumnos en secundaria las reacciones químicas? *Aula de Encuentro*, 15.
- Meroni, G., Copello, M. I., y Paredes, J. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educación química*, 26(4), 275-280.
- Soñora, F., Rodríguez-Ruibal, M. M., y Troitiño, R. (2009). Un modelo activo de educación ambiental: prácticas sobre cambio climático. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 17(2), 196-206.
- Pozo, J. I., Gómez Crespo, M.A. (2001): *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.

## Práctica: Y tú, ¿re-accionas?



### Introducción

El pH es una **medida** que determina el grado de acidez o basicidad de una disolución. Mide la concentración de iones  $H^+$ . Suele medirse en una escala entre 1 y 14.



Dentro de **nuestro organismo** encontramos diferentes valores de pH. Por ejemplo, la sangre suele tener un pH entre 7,35 y 7,45 mientras que los jugos gástricos alcanzan un valor de 1,5.

Otros valores de pH que con frecuencia son controlados son los del **agua**. Controlar los valores del pH del agua son importantes a la hora de decidir si un agua es o no potable, o para conocer la calidad del agua con la que se riegan los cultivos en la agricultura. Valores de pH ácidos o alcalinos pueden conllevar consecuencias negativas en nuestro entorno.

### Objetivos

#### Parte 1

- Comprender el concepto de pH y estudiarlo en algunos compuestos de nuestra vida cotidiana.
- Analizar el pH de diferentes muestras de agua.

#### Parte 2

- Observar algunas de las consecuencias de la lluvia ácida.
- Estudiar las reacciones químicas que intervienen en los procesos que observaremos.

### Materiales

#### Parte 1

- Muestras de agua
  - Agua de lluvia
  - Agua del río
  - Agua embotellada
  - Agua del grifo
- Vinagre
- Detergente
- Papel indicador de pH
  - Escalas 1-14 y 6-8.1

#### Parte 2

- Piedras
- Conchas
- Moneda de 1 céntimo
- Hojas
- Ácido sulfúrico
- Cuentagotas
- Gafas y guantes



## Procedimiento

### Parte 1

Para iniciar esta experiencia vamos a tomar unas gotas de las siguientes disoluciones y las pondremos sobre el papel indicador de pH de escala 1-14. Anotaremos el color que observamos y el valor de pH con el que se relaciona.

Disolución	Color indicador	Valor de pH	Carácter (ácido, básico o neutro)
Agua embotellada			
Vinagre			
Detergente			

Sabemos ya que el pH del agua debe moverse en torno a un valor de 7, sin embargo, hay muchos factores que pueden alterar ligeramente este dato.

Utilizando esta vez papel indicador de una escala adecuada (6 – 8,1) **mediremos el pH de agua de distintas procedencias** (grifo, río, lluvia y embotellada). Observa las diferencias de color y comparar el pH, anotándolo en la siguiente tabla:

Disolución	Color indicador	Valor de pH
Agua embotellada		
Agua de lluvia		
Agua de río		
Agua del grifo		

- ¿A qué crees que se pueden deber estas variaciones en los valores que hemos encontrado?

## Parte 2

Como ya sabemos, la **lluvia ácida** es una de las consecuencias de la contaminación atmosférica. Ésta se produce cuando el vapor de agua del aire se combina con los óxidos de nitrógeno y el dióxido de azufre producidos por la combustión de carbón o de productos derivados del petróleo y emitidos por fábricas, centrales eléctricas y vehículos de transporte.

- ¿Cuál es la reacción que se produce cuando el óxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) entra en contacto con el agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) para generar ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) y monóxido de nitrógeno ( $\text{NO}$ )?
- ¿Cuál es la reacción que se produce cuando el trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ ) entra en contacto con el agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) para generar ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )?

Ahora que ya conocemos cómo se forma el ácido sulfúrico en la atmósfera, vamos a ver cómo afecta a algunos elementos que podemos encontrar en nuestro entorno. Para ello realizaremos los siguientes ensayos:

### Ensayo 1

En un vaso de precipitados colocaremos una piedra caliza y en otro una concha. Sobre ellos verteremos unas gotas de la disolución de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

- ¿Qué observas?

Teniendo en cuenta que la composición principal de la piedra y la concha es  $\text{CaCO}_3$  y que al añadir el ácido sulfúrico se produce  $\text{CaSO}_4$ , dióxido de carbono y agua:

- ¿Cuáles son los reactivos? ¿Y los productos? Escribe la reacción ajustada.

### Ensayo 2

En un vaso de precipitados colocaremos una moneda de 1 céntimo y sobre ella añadimos unas gotas de la disolución de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

- ¿Qué observas?

Teniendo en cuenta que la composición principal de la moneda es cobre y que al añadir el ácido sulfúrico se produce  $\text{CuSO}_4$  e hidrógeno:

- ¿Cuáles son los reactivos? ¿Y los productos? Escribe la reacción ajustada.

### **Ensayo 3**

En un vaso de precipitados colocaremos esta vez un clavo y sobre él adicionamos unas gotas de la disolución de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

- ¿Qué observas?

Teniendo en cuenta que la composición principal del clavo es hierro y que al añadir el ácido sulfúrico se produce  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  e hidrógeno:

- ¿Cuáles son los reactivos? ¿Y los productos? Escribe la reacción ajustada.

### **Ensayo 4**

En un vaso de precipitados colocaremos unas hojas y sobre ellas añadimos unas gotas de la disolución de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

- ¿Qué observas?

## **Conclusiones**

- ¿Por qué crees que es importante que controlemos las emisiones de las industrias y vehículos?
  
- ¿Qué has aprendido con la realización de esta práctica en el laboratorio?

### Cuestiones asociadas al análisis de noticias.

CASO 1: Valencia eleva la alerta por contaminación al nivel dos

[https://elpais.com/ccaa/2017/11/24/valencia/1511541298\\_182651.html](https://elpais.com/ccaa/2017/11/24/valencia/1511541298_182651.html)

1.- Según este artículo, ¿Cuál es la concentración expresada en g/l de partículas en suspensión?

2.- ¿Qué consecuencias medioambientales tiene la quema de paja?

*La quema de la paja es una fuente importante de emisiones a la atmósfera en forma de monóxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), hidrocarburos, dioxinas y partículas de distinta naturaleza.*

CASO 2: Zaragoza, la ciudad con mayor contaminación atmosférica de España

[http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/zaragoza-ciudad-mayor-contaminacion-atmosferica-espana\\_703376.html](http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/zaragoza-ciudad-mayor-contaminacion-atmosferica-espana_703376.html)

[http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/zaragoza-otras15-ciudades-superan-emisiones-particulas-contaminantes-espana\\_1243850.html](http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/zaragoza-otras15-ciudades-superan-emisiones-particulas-contaminantes-espana_1243850.html)

1.- Según este artículo, ¿Cuál es la concentración MÁXIMA permitida de partículas en suspensión, expresada en g/l en el aire?

2.- ¿cuál es la diferencia de concentración, expresada en g/l, entre Logroño y Zaragoza? ¿y entre Zaragoza y la ciudad iraní de Ahwaz? ¿Qué significan estos datos?

3.- Tras leer la segunda noticia que te proponemos, ¿a qué es debida la contaminación del aire principalmente? ¿Qué medidas adoptarías como vecino de Zaragoza para mitigar el problema?

*Cuestiones comunes a ambos casos:*

1. El impacto ambiental antropogénico proviene de la liberación de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), y óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) en los procesos de combustión de hidrocarburos. Escribe, al menos, dos posibles reacciones químicas asociadas a este proceso con el ajuste que le corresponde.

2. Explica brevemente qué tipos de gases son los NO<sub>x</sub> y qué efectos tiene la exposición de altas concentraciones del mismo sobre el organismo.

3. Explica brevemente qué tipos de gases son los SO<sub>x</sub> y qué efectos tiene la exposición de altas concentraciones del mismo sobre el organismo.

4. ¿De dónde proceden principalmente las partículas en suspensión ligadas a la actividad humana? ¿Qué representa la abreviatura PM10 que aparece en la noticia?

5. ¿Qué son los COV? ¿Cómo se generan los que tienen procedencia antropogénica? ¿Cómo se han producido según la información de esta noticia?

El etano ( $C_2H_6$ ), el propano ( $C_3H_8$ ) o el butano ( $C_4H_{10}$ ) son los más frecuentes, ajusta las reacciones químicas que tendrán lugar en presencia de oxígeno.

6. El principal problema medioambiental relacionado con los COV es su carácter como precursor de ozono al mezclarse con otros contaminantes atmosféricos ( $NO_x$ ) y reaccionar con la luz solar? ¿Qué efectos tienen estas reacciones sobre el medioambiente? Explícalo.

7. Consulta en la siguiente dirección algunos datos de la calidad del aire de tu ciudad:

<http://www.zaragoza.es/ciudad/medioambiente/atmosfera/redconta/red.htm>

- ¿Qué estación registró una mayor concentración de  $PM_{10}$  ayer? ¿A qué hora?
- La estación de Las Fuentes es la más cercana a nuestro colegio. ¿Qué valores máximos registró de  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $O_3$  y  $PM_{10}$ ?