



Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y
Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas

Especialidad: Física y Química

Curso 2016-2017

***“LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN
EDUCACIÓN SECUNDARIA Y
BACHILLERATO A TRAVÉS DE
EXPERIENCIAS PRÁCTICAS DE
ELECTROQUÍMICA”***

Presentado por:

María Atienza Escarda

Dirigido por:

Dr. Pilar Redondo Cristóbal

Valladolid, Julio de 2017

RESUMEN

En el presente trabajo se van a introducir una serie de conceptos de electroquímica a través de experiencias de laboratorio. Se exponen de forma que el aprendizaje sea significativo. Para ello las experiencias se plantean para las asignaturas de Física y Química en 3º de E.S.O y 1º de Bachillerato, y Química de 2º de Bachillerato. Se desarrollarán de forma gradual, es decir, adaptadas a cada nivel correspondiente y tomando como referencia la legislación vigente en materia de Educación: Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) y su implantación en Castilla y León: Orden EDU/362/2015 y Orden EDU/363/2015.

El desarrollo de las actividades propuestas se hará haciendo uso de metodologías basadas en el aprendizaje del alumno, siendo éste, el principal partícipe de su propio aprendizaje, como por ejemplo el Aprendizaje Basado en Problemas.

La selección de las experiencias prácticas de electroquímica se ha realizado de forma que muchas de ellas se puedan desarrollar en un ámbito cotidiano, o que estén relacionadas con aspectos de la vida diaria. De esta forma se pretende crear una conexión entre la vida real de los alumnos y la Química. Uno de los objetivos principales a la hora de plantear las actividades es fomentar la motivación del alumnado, a la que vez que se desarrollan todas las competencias características de cada nivel. Por último, se ha procurado que los materiales e instrumentación necesarios para su realización sean asequibles.

ÍNDICE

RESUMEN

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	OBJETIVOS.....	9
3.	METODOLOGÍA.....	13
4.	PROPUESTAS DE ACTIVIDADES DIDÁCTICAS.....	23
4.1.	FÍSICA Y QUÍMICA DE 3º E.S.O.....	26
4.1.1.	<i>RELACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS CON EL CURRÍCULUM DEL CURSO.....</i>	26
4.1.2.	<i>JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LAS EXPERIENCIAS PRÁCTICAS.....</i>	28
4.1.3.	<i>COMPETENCIAS.....</i>	29
4.1.4.	<i>EXPERIENCIAS PRÁCTICAS.....</i>	30
4.1.4.1.	Un sacapuntas y la oxidación de los metales.....	30
4.1.3.2.	La pila limonera.....	33
4.1.3.3.	¿Recubrimos nuestras joyas?.....	38
4.1.3.4.	¿Cambio Físico o Químico?.....	42
4.1.3.5.	Conducción de corriente en diversas disoluciones.....	46
4.2.	FÍSICA Y QUÍMICA DE 1º DE BACHILLERATO.....	50
4.2.1.	<i>RELACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS CON EL CURRÍCULUM DEL CURSO.....</i>	50
4.2.2.	<i>JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LAS EXPERIENCIAS PRÁCTICAS.....</i>	52
4.2.3.	<i>COMPETENCIAS.....</i>	53
4.2.4.	<i>EXPERIENCIAS PRÁCTICAS.....</i>	54
4.2.4.1.	Todos a blanquear nuestra ropa.....	54
4.2.4.2.	¿Vamos a la pelu? o.....	57
	¿Nos desinfectamos una herida?.....	57
4.2.4.3.	¿Es seguro cocinar con Aluminio?.....	61
4.2.4.4.	Convertir azúcar blanca en azúcar moreno.....	64
4.2.4.5.	Efectos de la corriente eléctrica: Electrólisis.....	67
4.3.	QUÍMICA DE 2º DE BACHILLERATO.....	71
4.3.1.	<i>RELACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS CON EL CURRÍCULUM DEL CURSO.....</i>	71
4.3.2.	<i>JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LAS EXPERIENCIAS PRÁCTICAS.....</i>	74
4.3.3.	<i>COMPETENCIAS.....</i>	75
4.3.4.	<i>EXPERIENCIAS PRÁCTICAS.....</i>	76
4.3.4.1.	Reciclar una pila salina.....	76
4.3.4.2.	Recicla tu boli y construye un electrodo de referencia. Serie galvánica.....	79
4.3.4.3.	¿Fabricamos una pila?.....	83
4.3.4.4.	Electrólisis del cloruro de cinc.....	86
4.3.4.5.	¿Analizamos nuestros suelos? Valoraciones redox.....	90
5.	CONCLUSIONES.....	95
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	99

1. INTRODUCCIÓN

"Largo es el camino de la enseñanza por medio de teorías; breve y eficaz por medio de ejemplos."

Séneca

En el presente Trabajo Fin de Máster (TFM) se van a desarrollar una serie de actividades didácticas basadas fundamentalmente en la experimentación, que pretenden facilitar la enseñanza de la electroquímica.

Actualmente, es notorio el descenso de alumnos que eligen la asignatura de Química, tanto en la Educación Secundaria, como en el Bachillerato, lo que hace que los alumnos que optan por especializarse en dicha materia, con la realización de su Grado universitario, también decrezca.

Una posible razón de que a los alumnos no les resulte atractiva la Química es que la perciben como un conjunto de fórmulas sin sentido que tienen que aprenderse para pasar un examen. En este sentido un comentario típico de los alumnos suele ser: “*si yo me sé la fórmula, pero no sé qué significa cada cosa*”. Esto hace que la consideren una asignatura tediosa y tengan dificultades para entender los conceptos fundamentales. Por otro lado, los profesores rechazan las explicaciones repetitivas y de memorización porque dicen que no sirven para nada. Aun así, gran parte de la docencia se basa en eso y resulta difícil cambiarlo. Un intento de cambio consiste en llevarles un día al laboratorio, día en el que los alumnos seguirán un guion de prácticas, muchas veces sin saber ni para que lo están haciendo. No saben encontrar una relación entre la teoría del aula y la práctica en el laboratorio. Este planteamiento de una clase práctica resulta en general poco eficaz. Por otra parte muchas veces los profesores siguen una estrategia de utilizar formas abreviadas en sus explicaciones y está comprobado que esto crea grandes confusiones entre los alumnos.¹

De manera general los problemas educativos los podemos centrar en tres campos: las metodologías de enseñanza de la Química al alumnado, los planes de estudio, y la formación de los profesores.¹ Este trabajo se encuadra dentro del primer campo.

La estructura de muchos temas de la asignatura de Química no encaja con una estructura de aprendizaje significativo. Si al plantear los contenidos de un nuevo tema no se tiene en cuenta los conceptos previos que poseen los alumnos, no se facilitará el desarrollo de un buen aprendizaje.

Parece necesario modificar las unidades didácticas de Química. Esto puede llevarse a cabo sustituyendo parte de los contenidos que se dan en clases teóricas por una serie de experiencias prácticas. No se tratará de plantear las experiencias como suele hacerse en muchos casos, es decir de seguir un guion, sino planteando una serie de problemas que basándonos en los conceptos que poseen los alumnos nos permitan ir introduciendo otros nuevos. También centrándonos en situaciones de

simulación de experimentación química. De esta forma se puede crear una conexión entre la secundaria y el nivel universitario.

En conclusión, los docentes deberían de ofrecer a sus educandos una serie de experiencias prácticas orientadas hacia la investigación y una serie de actividades que impliquen el planteamiento de problemas.¹

La Química en sí, es un campo muy amplio. Dentro de la misma se puede diferenciar cuatro áreas: Química Analítica, Química Inorgánica, Química Orgánica y Química Física. En lo que a esta última se refiere, que engloba un contenido bastante amplio, nos vamos a centrar en la Electroquímica, que ha desempeñado un papel histórico central en el desarrollo de la Química. La electroquímica engloba una serie de conceptos que se resumen en la Tabla 1^{2,3}. Como puede verse estos son muy variados, conductividad eléctrica, cargas eléctricas, celdas galvánicas, etc. Un aspecto importante es la conexión entre la química y energía eléctrica que puede resultar muy atractiva para los alumnos y está en el origen de importantes retos tecnológicos en nuestra sociedad.

Tabla 1: Conceptos electroquímicos básicos que se introducen a nivel de Química General.

Conductividad en Metales, Semiconductores y Aislantes	
Conductividad Iónica	
Electrólisis	Reacciones electrolíticas
	Terminología del ánodo/cátodo
	Principio de electroneutralidad
Propiedades eléctricas	Carga, Corriente, Energía Potencial Eléctrica
	Flujo de corriente en Circuitos de Baterías/Resistencias
	Curvas de descarga de Baterías
Ley de Faraday	
Celdas Galvánicas	Serie de los potenciales de los electrodos
	Relaciones entre ΔE°_{pila} , ΔG° , K_{eq}
	Ecuación de Nernst
	Potenciales de membrana
Aplicaciones	Baterías
	Células Fotovoltaicas
	Pila de Combustible
	Corrosión

El resultado que se pretende obtener del aprendizaje en electroquímica se resume en la Tabla 2². Como puede verse el alumno debe ser capaz de realizar tanto un

ajuste de reacciones de oxidación-reducción como identificar los electrodos positivos y negativos en una célula galvánica.

Tabla 2: Resultados de aprendizaje de electroquímica

Ajuste de reacciones de oxidación-reducción
Calcular la carga y la masa empleando la Ley de Faraday
Calcular la E°_{pila} a partir de la tabla de potenciales de los electrodos
Predecir las tendencias a la reducción y oxidación
Identificar el electrodo positivo y negativo en una celda galvánica
Calcular ΔG° y K_{eq} a partir de los potenciales de los electrodos
Calcular concentraciones dependiendo de E°_{pila} con la ecuación de Nernst
Estimar concentraciones a partir de la medida de potenciales con electrodos selectivos de iones

Se ha seleccionado este tema, Electroquímica, en primer lugar porque es una unidad que siempre aparece en los libros de texto de 2º de Bachillerato en los últimos capítulos, y consecuentemente, los profesores lo imparten al final del curso, en general, de forma rápida (debido a los retrasos que se suelen acumular) y sin apenas tiempo para asimilar, al menos, los conceptos más importantes. En segundo lugar, porque en el resto de cursos de secundaria apenas se dedica una página de sus libros de texto a este campo y luego se pretende que en segundo de bachillerato dominen la electroquímica, y que conozcan y entiendan la relación entre la Electricidad y la Química, ya que siempre aparece, como mínimo, una pregunta en la prueba de acceso a la universidad. Y en tercer lugar, porque me parece un campo de la Química-Física muy interesante, que puede hacerse entretenido y que sin darnos cuenta se emplea en nuestra vida cotidiana diariamente. Incidiendo en este último punto, se intentará realizar un gancho del alumnado con la ciencia, en general, y en particular con la química.

¿Por qué he decidido centrarme en la enseñanza a través de experiencias prácticas en el aula/laboratorio/cocina/aula de informática?

Es más que evidente las escasas o nulas prácticas en los institutos. Esta deficiencia la vengo observando desde que yo era alumna hasta que me he convertido en profesora autónoma, además ha sido corroborado durante el desarrollo del prácticum de este máster.

Puede ser debido a los caros reactivos y material de laboratorio, a los laboratorios ancestrales que hay en la mayoría de los I.E.S, a los peligros y cuidados que conlleva, etc. Es decir, falta de medios económicos y materiales. La consecuencia es, que por lo general, los profesores desisten de realizar ningún tipo de experimentación con sus alumnos. Ya que hay que reconocer que sobre el docente recaería un trabajo

adicional, que por las razones antes mencionadas o por otras desconocidas son difíciles de solventar.

A pesar de esto, la realidad es, que hay que motivar al alumnado de alguna forma, y saber, que muchas veces, no es necesario irse al laboratorio o utilizar un reactivo muy costoso económicamente, sino que, sería suficiente, con productos cotidianos caseros, con simulaciones o con un laboratorio virtual,^{4,5} y con esta excusa, introducirles el uso de las TIC. De esta forma les haríamos sentir que la química vale para algo, y además es útil en su día a día. Ya que muchas veces ellos te preguntan “¿y esto para que me vale a mi?”.

Otro aspecto importante que hay que tener en cuenta son los conocimientos previos. Se consideran imprescindibles para un buen aprendizaje. Es motivador para los alumnos, cuando ven que aquello que estudiaron el año anterior, sólo con recordarlo, y además de forma amena, les está sirviendo para comprender algo este nuevo curso y ampliar sus conocimientos sobre una base que ya existe. Porque es un hecho, que el gran problema de algunos estudiantes de secundaria y bachillerato es el déficit de una base sólida sobre ciertos conocimientos. Una base inadecuada que continúa arrastrándose hasta toparse con el desastre. Para que esto no ocurra es muy importante que los profesores partan de las ideas previas de sus alumnos, nada se gana con pasar cosas por alto que se supone que ya se saben, pero no se han comprobado con una actividad de activación de conocimientos previos. Y tampoco es necesario empezar en todos los niveles con la misma base, puesto que, si en su mayoría se domina, los alumnos caen en el aburrimiento y la desmotivación.

En definitiva, muchas veces la forma en como se enseña, está directamente relacionada, con que los alumnos ignoren las ciencias. Cualquier desarrollo didáctico debe ser sencillo y sin dar lugar a ambigüedades.

Después de una profunda revisión del Currículum actual según la ley vigente de Educación: Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE)⁶ y su implantación en la Comunidad Autónoma de Castilla y León: Orden EDU/362/2015⁷ y Orden EDU/363/2015⁸; de los cursos de secundaria y bachillerato, respectivamente, se ha considerado oportuno centrarse en tres niveles escolares. Primero en un curso básico en la materia de física y química como es el de 3º de E.S.O, aunque, en el presente curso, también se ha comenzado a impartir en 2º de la E.S.O, apenas se explican conceptos relacionados con la electroquímica. A continuación se hará referencia a un nivel intermedio desarrollado en 1º de bachillerato y por último se

centrará en el nivel más alto del bachillerato, esto es, 2º de Bachillerato. Lógicamente, en este último curso, se puede trabajar mejor y en un intervalo más amplio, puesto que ya se incorpora la electroquímica al temario implícitamente; aunque bien es cierto, que es el curso más reducido de tiempo, al desarrollarse la Evaluación de Bachillerato para el acceso a la universidad (E.B.A.U), tras su correcta finalización. Es decir, se van ir desarrollando una serie de experiencias, que a diferentes niveles, van a permitir ir introduciendo los diferentes conceptos electroquímicos de una manera gradual. Así, al llegar a 2º de Bachillerato el alumno posee unos conocimientos previos de que partir.

2. OBJETIVOS

El principal objetivo de este proyecto es fomentar la motivación del alumnado de E.S.O y Bachillerato por la ciencia; y que desarrollen un papel mucho más activo en clase; haciéndoles sentir los protagonistas de las mismas, esto es, responsables de su propio aprendizaje.

El estudio de la ciencia en general, y la química en particular, desarrolla actitudes muy importantes en el ser humano como por ejemplo, razonar, argumentar, comprobar, indagar, etc.

Con este trabajo se pretende además que los alumnos puedan establecer una conexión entre los conceptos que aprenden en las aulas y su vida cotidiana. Se debe intentar crear un enlace entre el conocimiento científico, el mundo escolar y la vida real para intentar hacer más efectivo el aprendizaje. Por ejemplo, se puede establecer una relación entre procesos cotidianos como hacer una colada y experiencias de laboratorio.

Estos objetivos generales se pretenden alcanzar a través de la elaboración de una serie de experiencias prácticas que tengan como base diferentes conceptos electroquímicos. Las experiencias propuestas pretenden potenciar el interés del alumnado por la ciencia. Para ello se proponen prácticas de química relacionadas con actividades cotidianas y familiares (cocina, limpieza, salud, estética), y experiencias básicas para que ayuden a los estudiantes a asimilar conceptos básicos de electroquímica (quién actúa como cátodo, quién como ánodo en una celda electroquímica, etc).

Se pretende también que el alumno vaya asimilando los conceptos de manera gradual, y para ello las experiencias se desarrollan a tres niveles, 3º de la ESO, 1º y 2º de Bachillerato.

Como objetivos concretos del presente trabajo, los conceptos electroquímicos que se van a introducir a partir de experiencias prácticas son los siguientes: Reducción, oxidación, celda electroquímica, electrolito, conductividad, serie electroquímica, electrólisis y valoraciones redox.

3. METODOLOGÍA

“No saben que no saben”

Campanario ⁹

*“Cada vez que se enseña prematuramente a un niño algo que hubiera podido descubrir solo,
se le impide inventarlo y, en consecuencia, entenderlo completamente”*

Pozo y Carretero ⁹

Como se ha comentado en los apartados anteriores, se viene observando que las estrategias tradicionales de enseñanza de las ciencias son poco eficaces para el aprendizaje significativo del alumno. Por tanto parece necesario introducir cambios significativos, sino se quiere que terminemos quedándonos sin científicos en nuestro país.

Uno de los grandes problemas de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias es el abismo que hay entre las situaciones de enseñanza-aprendizaje y el modo en que se construye el conocimiento científico.⁹

Esta claro que enseñar no es tarea fácil y que requiere mucha preparación, entusiasmo y vocación por parte del profesorado. En general resulta fácil que recaiga siempre la culpa sobre el alumno, por su falta de atención en clase, falta de capacidad, etc. Pero la culpa no siempre es de ellos, los docentes deben también hacer una reflexión sobre los aspectos que se deben mejorar. ¿Cómo? una posible respuesta es la innovación o al menos en el intento de ello, buscar nuevas formas para conseguir mejores resultados, es decir, trabajar en las aulas con ensayo-error. Se podría llamar estrategias de enseñanza.

Enseñar eficazmente es un problema abierto. Hay que tener en cuenta muchos aspectos, entre ellos, la clase social donde se desarrolla, los recursos y medios disponibles, los factores afectivos, la motivación de los alumnos, y un factor muy importante, los conocimientos previos del alumno.

Con las clases magistrales, en las que el profesor expone la materia de un tema determinado de la asignatura, constituyen el método más generalizado de impartir la docencia. La clase magistral debe cumplir tres funciones esenciales que son las siguientes: motivar a los alumnos, organizar los contenidos y facilitar la información. En la práctica, representan gran parte del tiempo dedicado a la docencia. Entre las ventajas que presenta la clase magistrales podemos destacar las siguientes:

- La posibilidad para hacer llegar los conocimientos a un gran número de personas.
- Permite una perfecta programación del conocimiento a transmitir por el profesor.
- Este método puede acostumar al alumno a un proceso de sistematización (por efecto simpatía) muy positivo.

- Es un buen método para hacer accesibles a los estudiantes disciplinas en cuyo estudio se desanimarían si debieran abordarlas a través de la simple lectura o sin el apoyo de un profesor.
- Ofrece al estudiante la oportunidad de ser motivado por quienes poseen un determinado grado de conocimiento de una materia concreta.
- Supone un ahorro de tiempo, sobre todo desde el punto de vista del profesor, respecto de otros métodos.

Frente a estas ventajas, las clases teóricas también presentan una serie de carencias:

- Se requiere que el profesor tenga ciertas cualidades de orador para que el alumno se sienta atraído hacia la exposición.
- Este método puede conducir a que el alumno reciba únicamente la particular visión del profesor sobre temas que pueden tener varios enfoques.
- Se corre el riesgo de acrecentar la actitud pasiva de los alumnos, limitándose éstos a tomar apuntes, por lo que es posible que pierdan la perspectiva general del tema objeto de estudio.
- Es un procedimiento que dificulta al profesor el seguimiento sobre la asimilación de los conocimientos por parte de los alumnos, es decir, al profesor no se le ofrece la posibilidad de controlar adecuadamente el proceso de aprendizaje ni de valorar la eficiencia de su enseñanza, debiendo esperar al momento en que se realicen pruebas o exámenes.
- Favorece la repetición y la rutina en la docencia, reduciendo el sentido crítico y la reflexión personal del alumno sobre la materia, lo que deriva en un alto grado de pasividad por su parte y, en consecuencia, en la pérdida de efectividad en el aprendizaje.

Uno de los problemas más comunes que se suelen encontrar es que los alumnos no recuerdan nada a las pocas horas de haber realizado un examen puesto que han utilizado dichas clases como medio para aprender memorizando. Sin embargo, si los alumnos fuesen capaces de aprender las cosas haciéndolas u observando en la realidad lo que ocurre, es decir, que aprendieran a descubrir, sería más fácil que lo recordaran.

Se trataría por tanto, de hacer a los alumnos responsables de su propio aprendizaje, enseñarles a mirar con ojos críticos, dejarles poder de decisión, en

definitiva, a pensar por sí mismos. Todo esto suele ser relativamente poco frecuente en la docencia de las ciencias. Aunque también es posible que parte de esta deficiencia en los alumnos, se debe a la educación recibida en el contexto familiar. Esto puede tener como consecuencia que los alumnos cuando llegan a la universidad, no sean capaces de abordar un problema y pretendan que se lo den todo como se ha hecho con ellos hasta ese momento. Esto no les ayuda a ser capaces de solucionar cualquier problema que les pueda surgir en su día a día.

Con la forma de preparar las unidades didácticas se les debe de introducir a una vida llena de problemas, con soluciones, en su mayoría.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente resulta interesante el **Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)**. La palabra problema puede referirse a pequeños experimentos, conjunto de observaciones, ejercicios de clasificación, etc. Es decir el ABP surge tras la búsqueda de alternativas más prácticas. Con este método gran parte de la responsabilidad de aprendizaje recae en el propio alumno, aspecto más destacable de este tipo de aprendizaje. Las explicaciones del profesor, que no están del todo ausentes, son mucho más puntuales que en un planteamiento tradicional. Además se le da la misma importancia al aprendizaje de conocimientos como a la de habilidades y actitudes.

Con esta metodología se pretende que el alumno aprenda a desenvolverse como un profesional capaz de identificar y resolver problemas, de comprender el impacto de su propia actuación profesional y las responsabilidades éticas que implica, de interpretar datos y diseñar estrategias; y de poner en juego, el conocimiento teórico que está adquiriendo en su formación. Los futuros profesionales deben ser capaces de trabajar en equipos, con frecuencia multidisciplinares, y hacerlo de forma natural y productiva siendo capaces de escuchar, de entender, de tener en cuenta y respetar otros puntos de vista, de comunicar de forma efectiva lo que puede aportar al trabajo del grupo de forma constructiva. Todo esto se practica en dicha metodología. El trabajo ABP además permite también superar los límites, muchas veces artificiales, de las asignaturas tradicionales. Propone la organización de las enseñanzas en módulos y materias que comprenden conjuntos de asignaturas o de partes de ellas.¹⁰

Las estrategias propias del **Aprendizaje Basado en la Investigación (ABI)** deben ir acompañadas por actividades de síntesis que den lugar a la elaboración de productos como esquemas, memorias, mapas conceptuales, etc., y que permitan concebir nuevos problemas. Coherente con este enfoque, la resolución de problemas

como investigación se propone como alternativa a los problemas y ejercicios tradicionales.⁹

Al comienzo de este apartado se ha mencionado el **Aprendizaje Significativo**, metodología interesante a tener presente cuando un docente se prepara la clase. El aprendizaje significativo conduce a la creación de estructuras de conocimientos mediante la relación sustantiva entre la nueva información y las ideas previas de los estudiantes. El primer paso para llegar a un aprendizaje significativo sin duda alguna es cambiar la forma de enseñar. El aprendizaje por recepción y repetitivo es tradicionalistas y los aprendizajes por descubrimiento y significativos son constructivistas.¹¹

Según Ausubel¹², El aprendizaje significativo como proceso se puede explicar en una secuencia de cinco pasos:

1. **Inclusión:** La actividad mental del alumno busca relaciones entre la nueva información que se está poniendo a su disposición y la antigua que tiene en la memoria. En este paso es importante que el profesor cada día o cada unidad la empiece de forma diferente, diversidad de técnicas para que los alumnos no se aburran.
2. **Diferenciación progresiva:** Se trabaja mejor con la información ordenada y que vaya de lo general a lo particular. Por ejemplo en nuestro mundo “el de las ciencias”, funciona bastante bien exponer un problema y poco a poco vamos dándole solución. Si lo hacemos de forma desordenada no ayudamos a la capacidad activa del alumno.
3. **Combinación:** Llegados a este punto el alumno trata de relacionar la nueva información entre sí, con los conocimientos previos, experiencias, aplicaciones en el mundo laboral (aspecto que normalmente les interesa bastante), etc.
4. **Reconciliación integradora:** El alumno trata de resolver los conflictos cognitivos planteados al asimilar la nueva información.

5. Consolidación: Repasar, aplicar, sintetizar, organizar la nueva información facilitando así, su transformación en conocimientos. Recuperar las TPC (Tareas para Casa)

El aprendizaje significativo está condicionado por los conocimientos previos del alumno, la predisposición de los estudiantes, los contenidos potencialmente significativos y el comportamiento del profesor en el aula.¹²

Otra teoría constructivista es la **Teoría Genética del Aprendizaje**, en la cual aparece el **Diseño Instruccional Piagetiano**, dicho diseño puede resultar muy interesante para llevar a la práctica en el aula en un ámbito científico. Está basado en cuatro pasos fundamentalmente:¹²

1. Exploración, es decir, una intuición guiada. En la cual los alumnos observen, manipulen, experimenten, siempre guiados por instrucciones, preguntas o hipótesis del profesor.
2. Activación de esquemas: Traerles a la memoria y reflexionar aquellos conocimientos que ya conocían, ayudarles a imaginar y verbalizar aquella fase de exploración realizada anteriormente.
3. En esta fase se presentarían los nuevos conceptos de forma clara y ordenada, siempre partiendo de los comentarios que escucho a los alumnos en la fase anterior, es decir, hay que explicar la nueva información a partir de los conocimientos previos de los alumnos. Se debería explicar en función de las lagunas del alumnado, es decir, ir rellenando huecos con la explicación del profesor.
4. Esta última fase es de generalización de conceptos, es decir, se realizaran unas actividades en clase y también habrá TPC para automatizar los conceptos. Por ejemplo con aplicaciones en distintos ámbitos, sintetizar y ordenar con mapas conceptuales, crear, combinar, jugar con la información.

Después de comentar y explicar brevemente algunas de las metodologías que pueden ser de gran utilidad para paliar las deficiencias encontradas en una enseñanza basada en las clases magistrales y que se pretenden incorporar en este trabajo para llevar a cabo en las aulas, parece oportuno terminar este apartado hablando

exclusivamente de los **Conocimientos Previos**, factor crucial para que haya un buen aprendizaje y que es necesario que el docente los tenga en cuenta en todo momento.

Los conocimientos previos están organizados en nuestra mente en forma de estructuras cognitivas que se definen según Fairstein y Gissels (2004)¹³ como: “una estructura cognitiva es un conjunto de conocimientos ya adquiridos que se encuentran interrelacionados entre sí y son las que nos permiten o no dar sentido a cualquier nuevo conocimiento. Las estructuras que posee una persona en un momento dado dependen de los conocimientos que ha adquirido en el pasado. Las estructuras cognitivas pueden actuar como facilitadoras u obstaculizadoras en el aprendizaje, un conocimiento cualquiera se incorpora si y solo si puede incluirse en alguna estructura cognitiva que le de sentido y significado. Si no hay una estructura previa para incorporarlo, el nuevo conocimiento puede ser deformado y hasta rechazado por la mente”.

Resulta común encontrar que los estudiantes poseen concepciones erróneas con respecto a los fenómenos científicos. Es por esto que en la actualidad surge el proceso de **Cambio Conceptual** o de transformación de esos conceptos erróneos en conceptos científicos. El aprendizaje de la ciencia constituiría, entonces, un cambio de conceptos, donde los alumnos transforman, reestructuran o modifican sus ideas previas y las sustituyen por otras más acordes con las ideas científicas. Este proceso lleva tiempo, por lo que no se puede pretender que los alumnos adquieran una comprensión adecuada de todos los conceptos científicos, sino que construyan ideas que se acerquen cada vez más a las científicas.¹³

Lo primero que tiene que ocurrir para que los alumnos sientan que están equivocados, y que necesitan un cambio en sus ideas, es que se den cuenta que su teoría no vale para solucionar cierto problema. El profesor debe de cuestionar los conocimientos previos de los alumnos mediante ejemplos y darles margen para que asimilen las nuevas. Porque lo que si está claro, es que no se puede pretender un cambio conceptual si no hay cambio metodológico.

Uno de los planteamientos de las teorías constructivistas del aprendizaje significativo es la metacognición que se presenta como el pensamiento estratégico para utilizar y regular la propia actividad de aprendizaje y habituarse a reflexionar sobre el propio conocimiento¹⁴.

Una forma posible de desarrollar la metacognición en el marco del cambio conceptual según Gunstone y Northfield⁹ consiste en el empleo de actividades que siguen el esquema predecir, observar, explicar.

En estas actividades se hace que los alumnos formulen, en primer lugar, predicciones acerca de determinadas *experiencias o demostraciones de cátedra*. Se pone especial atención en que los alumnos expliciten las razones en que se basan para sus predicciones. El objetivo es que los alumnos sean conscientes del papel de los conocimientos previos en la interpretación de los fenómenos. A continuación se desarrolla la experiencia para que los alumnos contrasten el desarrollo y los resultados de la misma con sus predicciones. Por último, los alumnos deben intentar explicar las observaciones realizadas, que muchas veces serán distintas a sus predicciones. A lo largo de este proceso, el profesor debe hacer explícitas las relaciones entre las ideas previas de los alumnos y las teorías que permiten explicar adecuadamente las observaciones realizadas durante las experiencias. Si estas actividades se desarrollan adecuadamente, ayudan a los alumnos a ser conscientes de sus propios procesos cognitivos. Que los alumnos comprendan que los conocimientos previos guían la observación ya es un objetivo valioso en sí mismo y lo es más si contribuye a que sean conscientes de que sus concepciones sobre el conocimiento científico suelen ser inadecuadas. Este tipo de actividades ha sido utilizado con éxito con profesores en formación y con profesores en servicio.⁹

Además es necesario hacer hincapié en la necesidad del cambio que también es necesario hacer en la formación del profesorado. Lo más importante es que esta formación, debería de ser continua, puesto que vivimos en una sociedad cambiante continuamente. Un buen docente a parte de conocer su materia a la perfección debería estar al tanto de las nuevas metodologías y por su puesto aplicarlas en sus clases.

Es inevitable cierta resistencia tanto por parte de los alumnos como por parte del profesorado a la innovación, al cambio. Incluso las autoridades educativas continúan siendo conservadoras y no siempre aprueban propuestas innovadoras.

En cuanto a los profesores, en algunas ocasiones, reniegan de la innovación, puesto que tendrían que elaborar programas nuevos en sus asignaturas y eso conlleva un esfuerzo añadido y tiempo, que piensan que no merece la pena. Por otro lado, tenemos a los alumnos, donde algunos prefieren ir a clase, que les suelten el discurso, se lo memorizan y pasan de curso con muy poco esfuerzo.

Basándonos en lo expuesto en este apartado se van a proponer una serie de actividades didácticas, basadas principalmente en experiencias de laboratorio, que tratan de paliar las deficiencias encontradas en el aprendizaje basado principalmente en una clase magistral.

4. PROPUESTAS DE ACTIVIDADES DIDÁCTICAS

En este apartado se van a desarrollar una serie de actividades docentes, todas ellas relacionadas con la electroquímica. Los conceptos que se introducen en electroquímica son muy variados (como hemos indicado en la introducción) y suelen resultar difíciles de asimilar por los alumnos. Por ello hemos seleccionado este tema y hacemos una serie de propuestas dónde se desarrollan experiencias prácticas relacionadas con distintos conceptos electroquímicos. Con ello se pretende facilitar el aprendizaje del alumno y servir de complemento a la clase tradicional.

Las actividades propuestas se aplicarían siguiendo el método docente aprendizaje basado en problemas (ABP) dónde se pone al alumno como protagonista de su propio aprendizaje. En este caso, el problema planteado es una experiencia de laboratorio. Se pretende plantear que el aprendizaje sea significativo y conlleve a la creación de estructuras de conocimientos mediante la relación sustantiva entre la nueva información y las ideas previas de los estudiantes. Para ello, a la hora de plantear las diferentes experiencias se incide en los conocimientos previos en los que nos basamos y sirven de base a la adquisición de nuevos conceptos.

Las experiencias se plantean de manera progresiva para tres niveles en base a los contenidos de Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE)⁶ y su implantación en la Comunidad Autónoma de Castilla y León: Orden EDU/362/2015⁷ y Orden EDU/363/2015⁸.

Se proponen actividades docentes para las asignaturas Física y Química de 3^o de la ESO y 1^o de Bachillerato, y Química de 2^o de Bachillerato. De este modo se va avanzando en la complejidad de los conceptos teniendo como punto de partida los adquiridos a un nivel anterior.

4.1. FÍSICA Y QUÍMICA DE 3º E.S.O

4.1.1. RELACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS CON EL CURRÍCULUM DEL CURSO

Según Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE)⁶ y su implantación en la Comunidad Autónoma de Castilla y León: Orden EDU/362/2015⁷, *“la asignatura de Física y Química en secundaria, como disciplina científica, debe proporcionar a los alumnos los conocimientos y destrezas necesarias para desenvolverse en la vida diaria, resolver problemas y adoptar actitudes responsables frente al desarrollo tecnológico, económico y social. Esta materia también es importante en la formación de un pensamiento propio y crítico, tan característico de la Ciencia”*.

Esta misma Ley Orgánica también recoge en lo referente a la metodología de la asignatura de Física y Química: *“En lo referente a la metodología, la enseñanza de esta materia debe incentivar un aprendizaje contextualizado socialmente. Esto implica que los principios que están en vigor se tienen que relacionar con todo el proceso histórico seguido hasta su consecución, incluidas las crisis y remodelaciones profundas de dichos principios. Los alumnos deben tener la visión de una materia en la que los conocimientos se han ido adquiriendo mediante el planteamiento de hipótesis y el trabajo en equipo de científicos, y como respuesta a los desafíos y problemas que la naturaleza y la sociedad plantean. Esta materia también debe incentivar la capacidad de establecer relaciones cuantitativas y espaciales, potenciar la discusión y argumentación verbal y fomentar la capacidad de resolver problemas con precisión y rigor”*. Las actividades propuestas en este trabajo ayudarán a los alumnos a contextualizar el aprendizaje de conceptos electroquímicos con situaciones cotidianas de vida. Además, están en sintonía con aspectos que recoge la Ley como, planteamiento de hipótesis, resolución de problemas o trabajo en equipo.

En la asignatura Física y Química del tercer curso de enseñanza secundaria obligatoria dentro del bloque 2: “Los cambios”, como puede verse en la Tabla 3, se incluyen como contenidos la reacción química, los cambios físicos y cambio químicos, y la representación esquemática. Los estándares de aprendizaje evaluables que se han de conseguir a partir de estos contenidos son, distinguir entre cambios químicos y físicos, las reacciones químicas como cambios de unas sustancias a otras. Así como el reconocimiento de reactivos y productos a través de experiencias sencillas en el laboratorio y/o de simulaciones por ordenador.

Tabla 3. Revisión del currículo de Física y Química de 3º de la ESO⁷.

Contenidos	Criterios de Evaluación	Estándares de Aprendizaje evaluables
Bloque 2. Los Cambios		
Cambios físicos y cambios químicos. La reacción química. Representación esquemática. Interpretación. Concepto de mol.	<p>Distinguir entre cambios físicos y químicos mediante la realización de experiencias sencillas que pongan de manifiesto si se forman o no nuevas sustancias.</p> <p>Caracterizar las reacciones químicas como cambios de unas sustancias en otras.</p> <p>Describir a nivel molecular el proceso por el cual los reactivos se transforman en productos</p> <p>Reconocer reactivos y productos a través de experiencias sencillas en el laboratorio y/o de simulaciones por ordenador.</p> <p>Reconocer la importancia de la química en la obtención de nuevas sustancias y su importancia en la mejora de la calidad de vida de las personas.</p>	<p>Distingue entre cambios físicos y químicos en acciones de la vida cotidiana en función de que haya o no formación de nuevas sustancias.</p> <p>Describe el procedimiento de realización de experimentos sencillos en los que se ponga de manifiesto la formación de nuevas sustancias y reconoce que se trata de cambios químicos.</p> <p>Identifica cuáles son los reactivos y los productos de reacciones químicas sencillas.</p> <p>Valora la importancia de la industria química en la sociedad y su influencia en el medio ambiente.</p>

4.1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LAS EXPERIENCIAS PRÁCTICAS

El criterio de selección que se ha seguido para escoger las diferentes experiencias a desarrollar en las clases de 3º de la E.S.O en la asignatura de Física y Química, han sido:

- En primer lugar que sean experiencias que tengan como fundamento la electroquímica y que a través de ellas puedan aprender y entender los conceptos básicos que están incluidos en la asignatura de Física y Química.
- En segundo lugar que sean prácticas muy sencillas utilizando productos y materiales que estén disponibles en nuestras cocinas o almacenes doméstico, de fácil preparación, adaptadas a su nivel y que no conlleve peligro alguno.
- Y por último, pero muy importante, que resulten atractivas para el alumnado, y como resultado motivadoras. Para ello se intentará que todas, o en su mayoría, estén estrechamente relacionadas con la vida cotidiana.

A partir de las experiencias que se proponen se van a introducir los conceptos de oxidación, oxidación-reducción, pila electroquímica, recubrimiento electrolítico, cambio físico y cambio químico, electrolitos y conductividad electrolítica.

4.1.3. COMPETENCIAS

Con las actividades y experiencias prácticas propuestas para este curso se pretende desarrollar las siguientes competencias.

- Competencia en el conocimiento e interacción en el mundo de la química: es decir, comprender los procesos químicos que tienen lugar en su vida cotidiana. Así como encontrar la relación con otras ciencias como la tecnología, biología, etc.
- Competencia digital a través de la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación. Se desarrollará dicha competencia para recabar información, retroalimentarla, simular y visualizar situaciones, obtención y tratamiento de datos, etc.
- Competencia de sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor: se trabaja el espíritu crítico, así como, el enfrentarse a problemas abiertos y construir una solución.
- Competencia social y cívica: formación de futuros ciudadanos a participar en una sociedad democrática para su participación en la toma fundamentada de decisiones.
- Competencia de conciencia y expresiones culturales: apreciar nuestra naturaleza y tratar de conservarla.
- Competencia para aprender a aprender: estrechamente relacionada con la forma de construir y transmitir el conocimiento científico.
- Competencia en comunicación lingüística: Utilizar apropiadamente, tanto en la lengua materna como en la lengua extranjera el lenguaje científico, tanto oral como escrito.

4.1.4. EXPERIENCIAS PRÁCTICAS

4.1.4.1. Un sacapuntas y la oxidación de los metales

➤ OBJETIVO

El principal objetivo de esta experiencia es que los alumnos se den cuenta de que existen metales que se utilizan para proteger estructuras de acero que están en contacto con agua salada o en ambientes que favorecen la oxidación del hierro.

Además, se introducirá el concepto de reacción de oxidación como un cambio químico.

➤ CONOCIMIENTOS PREVIOS

Para poder realizar adecuadamente esta práctica y poder entender su fundamento, los alumnos deberían tomar como base los conocimientos previos que poseen sobre cómo preparar una disolución sencilla y las propiedades más importantes de los metales. Estos se han impartido en unidades de 2º de la E.S.O.

Para activar los conocimientos previos se proponen las siguientes actividades, las cuales se desarrollarán en unos 25 minutos de la primera sesión:

- Se les proyecta al comienzo de la clase una serie de fotos en las cuales aparecen diferentes metales primero sin oxidar y después oxidados (ver Figura 1)¹⁵, y se les hace una serie de preguntas como ¿Qué observáis? ¿Qué ha ocurrido? ¿Cuáles son las propiedades de los metales? etc.
- Se les muestra la foto de un deportista bebiéndose una disolución de azúcar en agua, y se les plantean las siguientes preguntas: ¿Qué es una disolución? ¿Cómo la prepararíais ?



Figura 1: Diferencia entre materiales oxidados y no oxidados¹⁵

➤ VINCULACIÓN CON OTROS CONCEPTOS DE LA MATERIA

Los conceptos con los que se trabaja en esta experiencia son:

- Preparación de disoluciones con reactivos muy simples y cotidianos.
- Propiedades de los metales
- Aleaciones
- Ácidos y bases
- Cambios físicos y cambios químicos

➤ RECURSOS EMPLEADOS

Esta práctica se realizará en clase, puesto que es muy sencillita. De esta forma se pretende demostrar que no siempre es necesario el laboratorio y emplear un equipo de análisis muy costoso económicamente, para introducir a los alumnos conceptos científicos a partir de una experiencia práctica.

Los productos y materiales necesarios para realizar la experiencia son:

- Cloruro sódico, que está presente en todas nuestras cocinas.
- Fenofaleína, indicador muy común.
- Sacapuntas metálico
- Sacapuntas de plástico
- Dos vasos de precipitados

➤ DISEÑO DE LA EXPERIENCIA¹⁶

Esta práctica se puede realizar de forma individual o bien en grupos de dos personas.

El tiempo estimado para su realización será de una sesión de clase.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Preparar dos disoluciones de cloruro sódico en agua. Por ejemplo unos 12g de cloruro de sodio disueltos en medio vaso de agua.
2. Se introducen cada uno de los sacapuntas en un vaso con la disolución salada y se añaden unas gotas de fenofaleína.

3. Anotar que ocurre en cada vaso, si hay desprendimiento de burbujas o cambio de color. A continuación sacamos los sacapuntas, los secamos y observamos que diferencias hay entre ellos.
4. Por último, se vuelven a introducir en el agua salada los dos sacapuntas y se les deja un par de días sumergido. Observando que va ocurriendo con el paso del tiempo y anotando todo lo que vaya pasando, todo aquello que les llame su atención. En este último paso se podrá valorar su capacidad de observación y de generación de hipótesis.
5. Transcurridos los dos días, en clase se abre un debate en el que cada alumno exponga sus observaciones y conclusiones y las defienda ante sus compañeros.

➤ CONCEPTOS A DESARROLLAR

Con la realización de esta experiencia se les puede explicar:

- Lo que es una reacción de oxidación dentro del contexto general de cambio químico.
- Ver que unos metales se oxidan antes que otros. Este hecho es la base de usar metales "de sacrificio" para evitar la corrosión de las estructuras de acero que están en contacto con agua salada.

No se va a profundizar lógicamente en series de potenciales de reducción, eso se les explicará en futuros cursos, ya que no podemos olvidar que esto es un curso básico de Física y Química

4.1.3.2. La pila limonera

➤ OBJETIVO

Con esta experiencia, como objetivos específicos se busca que los alumnos entiendan como se construye una pila, cuál es su funcionamiento y la relación entre la corriente eléctrica y la química; así como la concienciación con el medioambiente, es decir, la importancia del reciclado de las pilas.

Además, con el planteamientos de esta experiencia se persigue que el alumnado aprenda a trabajar en grupo, a respetar a los compañeros tanto en el laboratorio como en el aula, a experimentar con cosas de la vida cotidiana como lo son los limones y conocer un poco más de sus propiedades, proponer ideas para explicar lo que observan y por último que comiencen a introducirse en la metodología de la investigación.

➤ CONOCIMIENTOS PREVIOS

Para poder entender adecuadamente esta práctica de laboratorio los alumnos necesitan conocer previamente el funcionamiento y las partes de las que consta un sencillo circuito eléctrico, y como consecuencia lo que se necesitaría para poder encender una bombilla. Por su puesto necesitan recordar el concepto de oxidación, trabajado en la experiencia anterior.

Para activar los conocimientos previos se proponen la siguiente actividad que se realizará en unos 20 minutos previamente a la experiencia:

- Se les proyectaría el símbolo y dibujo de una pila, un interruptor, una bombilla y un cable. A continuación se les va a proponer que construyan un circuito con los elementos que se les ha proyectado, lo irán haciendo en la pizarra (saldrán de uno en uno, de forma que cada uno va corrigiendo lo que hizo el anterior). Hasta que el profesor no vea que el esquema del circuito está bien no se cambiará de actividad.

➤ VINCULACIÓN CON OTROS CONCEPTOS DE LA MATERIA U OTRAS MATERIAS

En esta experiencia se trabajan conceptos propios de esta materia pero también otros comunes con otras asignaturas. Los conceptos con los que se trabajan en esta experiencia son:

- Introducción al concepto de ácido y base, así como, la medición del pH de una disolución.
- El concepto corriente eléctrica. Relacionado con la asignatura de tecnología, debido a que en ella también se imparte una unidad de circuitos eléctricos.
- Las propiedades del limón y los efectos medioambientales de las pilas electroquímicas, se puede relacionar con la asignatura de Biología y Geología.

➤ RECURSOS EMPLEADOS

Se hará uso del laboratorio para el desarrollo de la práctica, así como del aula para la activación de conocimientos previos.

En el aula necesitaremos:

- Proyector
- Conexión a internet y ordenador
- Pizarra.

Mientras que en el laboratorio necesitaremos, además de la bata y las gafas de protección, los materiales siguientes (por cada grupo de alumnos que realicen la experiencia):

- 6 limones
- Material eléctrico: cables, clavos, piezas de cobre, bombillas led, voltímetro etc.

➤ DISEÑO DE LA EXPERIENCIA

Esta práctica se realizará utilizando la metodología de **Aprendizaje Basado en Problemas**. El tiempo previsto para esta experiencia es de tres sesiones.

Una vez realizada la actividad propuesta para activar los conceptos previos, el profesor, en el tiempo restante de la clase les hará a los alumnos unos breves comentarios dónde se introducirán los conceptos de oxidación (visto en la experiencia anterior), reducción y partes y funcionamiento de una pila electroquímica. A continuación se les proporciona a los alumnos el título de la práctica: “la pila limonera”.

Al comienzo de la sesión se les plantearán una serie de “problemas” (cuestiones previas), que ellos van a tener que solucionar antes de comenzar la experiencia. Por supuesto, el profesor en todo momento debe de estar atento para reconducirles por el camino que deben de ir para realizar la práctica correctamente y que alcancen los objetivos.

Cuando digo “reconducir”, me refiero a que en ningún momento, el profesor debe decirles esto se hace así, sino intentar guiarles sin que ellos se den cuenta, es decir, haciéndoles pensar de tal forma que ellos lleguen a la respuesta que un profesor tradicional les hubiera dado antes de comenzar la práctica. Además tenemos que intentar que esas preguntas sean motivadoras.

Las cuestiones previas que se les planteará son:

- ¿Por qué esta práctica la titulamos así?
- ¿Cómo desarrollaríais vosotros una práctica con dicho título?
- ¿Podríamos elegir otra fruta diferente al limón?
- ¿Qué características tiene el limón?
- ¿Cuál será el objetivo de esta experiencia?
- ¿Produciremos corriente eléctrica con el desarrollo de la misma?
- ¿Qué elementos ha de tener un circuito eléctrico?
- ¿Por qué se os ha mandado traer 6 limones, podríamos realizar la práctica con un sólo limón?
- ¿Qué materiales necesitaríais vosotros para poner en práctica “la pila limonera”?

Después de esta batería de preguntas, para las cuales podemos destinar, incluso, una sesión completa. Puesto que serán preguntas debatidas en clase, para intentar

que entre todos obtengan la respuesta correcta, quedando la experiencia prácticamente planteada por ellos.

En la sesión siguiente se realizará la experiencia, que se plantea de la siguiente manera:

Se realizará en grupos de 2 o 3 personas, dependiendo del número de alumnos en la clase. Cada grupo debe de haber traído al laboratorio 6 limones.

Lo primero que harán será colocar a cada limón un electrodo de Cinc y un electrodo de cobre, es decir, las placas metálicas que se encontrarán en su mesa de trabajo. Ellos deben de investigar cual será la de Cinc y cual la de cobre.

Posteriormente, mediante cables que también encontrarán en su zona de trabajo, unirán un electrodo de cobre de un limón con el de Cinc del siguiente limón y así sucesivamente (ver Figura 2)¹⁷

Finalmente, los dos extremos de los cables que ya no tenga limón para unirse, se conectarán a una bombilla led que encontrarán en el laboratorio. El objetivo es ver como a medida que el número de limones se va incrementando el potencial varía y ver cuando la bombilla led funcione.¹⁸

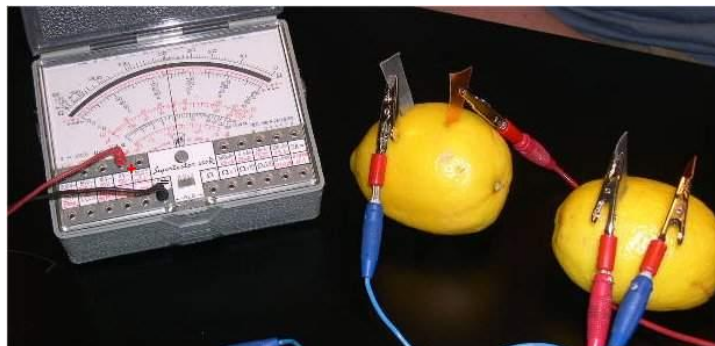


Figura 2: Determinación del potencial en una pila limonera¹⁷

Si hubiera algún grupo que no lograra encender la bombilla, serán sus compañeros los que les resuelvan los problemas, los que les revisen el circuito y les adviertan de sus errores, seguida de una correcta explicación. Es cierto, que en muchas ocasiones las dudas entre iguales se resuelven más rápido y mejor que entre profesor-alumno, puesto que los alumnos entre sí se entienden más rápidamente. En estos casos el profesor debería acudir a los alumnos de altas capacidades, para que sean ellos quienes, ejerzan la labor de docente. De este modo, dichos alumnos se sienten realizados y sus compañeros agradecidos por su ayuda.

Se propone una última sesión, en la que los alumnos puedan disfrutar de una *charla* y una serie de actividades interactivas, que podrían realizar con ellos unos estudiantes de Ciencias ambientales u otras carreras afines. El objetivo de esta actividad es que se conciencien de la importancia del reciclado en general, y de las pilas en particular. Como actividad final de esta sesión, los alumnos construirán manualmente unos contenedores, que colocarán por todo el Instituto, para que, tanto educadores, como educandos, como diferentes trabajadores del centro depositen allí las pilas, con el motivo de fomentar el reciclado de las mismas.

➤ CONCEPTOS A DESARROLLAR

Con la realización de esta experiencia se les puede explicar:

- El concepto de oxidación, que si se ha explicado en la experiencia anterior, se parte de él para introducir el de reducción.
- Reacciones oxidación-reducción.
- Partes de una pila electroquímica.
- Aplicación de las reacciones de oxidación-reducción en el funcionamiento de una pila una pila electroquímica.
- También es muy interesante trabajar la importancia del hecho de reciclar las pilas y sus efectos negativos en el medioambiente.

4.1.3.3. ¿Recubrimos nuestras joyas?

➤ OBJETIVO

Los principales objetivos es que el alumnado comprenda la relación entre la electricidad y los procesos químicos y las aplicaciones que la química tiene en la vida cotidiana. Este último punto puede crear una motivación en el alumno por la química.

Otro de los fines que se pretende con esta experiencia es promover el uso correcto de las TIC en clase.

Además, y de manera general, se pretende que los alumnos aprendan a trabajar en el laboratorio de forma ordenada y rigurosa, ya que probablemente a estas alturas de su vida escolar, sea una de las primeras veces que pisan uno.

➤ CONOCIMIENTOS PREVIOS

Los alumnos ya conocen qué es una disolución y como se prepara, así como el concepto de solubilidad y su dependencia con la temperatura. Además conocen como se construye y funciona un circuito eléctrico sencillo.

Para activar los conocimientos previos se proponen las siguientes actividades que se realizarán previamente a la experiencia y para las cuales se dedicará en total una sesión:

- Para que los alumnos recuerden los conceptos de solubilidad y temperatura a través de la pregunta: “¿Cómo disolvéis mejor y más rápido vosotros el colacao, en leche fría o caliente?”
- En cuanto a los conocimientos previos de circuitos se les puede llevar a clase un circuito casero muy simple y preguntarles que qué es, cual es su funcionamiento y cuáles son sus componentes.
- Dejarles a modo de problema la siguiente cuestión: podéis imaginar la relación, si es que la hay, entre un circuito eléctrico y la química. Se les dejaría media sesión de clase para que indaguen haciendo uso de las TIC en el aula de informática. Y el día en el que se comience la experiencia práctica, se dedicarán unos 10 minutos al inicio de la sesión para que cada alumno exponga la información recopilada.

➤ VINCULACIÓN CON OTROS CONCEPTOS DE LA MATERIA

Los conceptos con los que se trabajan en esta experiencia son:

- Preparación de disoluciones
- Relación de la solubilidad con la temperatura
- Circuitos eléctricos que se estudian en este curso e incluso en la asignatura de tecnología.

➤ RECURSOS EMPLEADOS

Se hará uso del laboratorio del Instituto, de la sala de informática y del aula.

En la sala de informática se necesitan ordenadores con conexión a internet.

En el laboratorio, además de requerir el uso imprescindible de bata y gafas de protección, se precisa el siguiente material (por cada grupo de alumnos):

- 1 vaso de precipitados
- Sulfato de cobre
- Agua destilada
- Pila de petaca
- Objeto metálico
- Hilo de cobre recubierto

➤ DISEÑO DE LAS ACTIVIDADES¹⁹

En este caso la experiencia se desarrolla en tres actividades consecutivas que se realizarán en el aula de informática, el laboratorio y el aula:

- Actividad 1: Se realizará en el aula de informática, de forma individual y se empleará una clase completa. Aquí se les explicará sencillamente en que consiste el recubrimiento electrolítico con ayuda de un simulador de Electrólisis²⁰ (ver Figura 3). En todo momento ellos dispondrán de un ordenador para indagar y trabajar con dicho simulador.

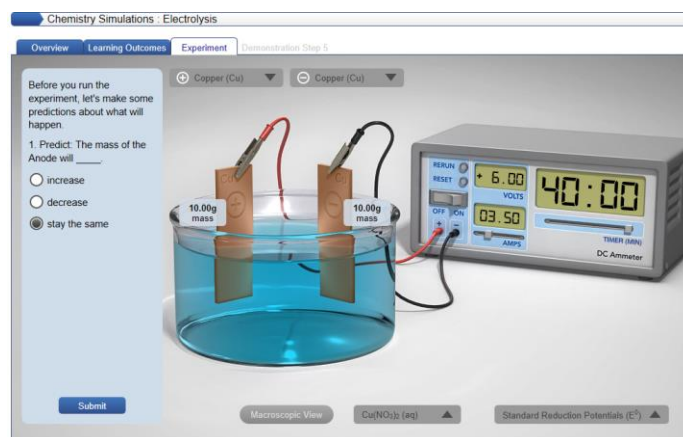


Figura 3: Simulador de Electrólisis²⁰

- Actividad 2: Durante la sesión siguiente, se realizará una *experiencia práctica* en el laboratorio, el desarrollo de la práctica se realizará en parejas y consta de los siguientes pasos:
 1. En primer lugar se pesan 5g de sulfato cúprico, se disuelven en 75ml de agua destilada y se calienta suavemente hasta total disolución.
 2. A continuación se cogen dos trozos de hilo de cobre recubierto y se pelan los extremos.
 3. Se colocan los hilos de cobre en los bornes de la pila y se introducen en la disolución de sulfato de cobre, de forma que el cable del ánodo (polo negativo) tenga sujeto un objeto metálico (cada uno el que desee) y el extremo del cátodo quede completamente libre.
 4. Después de aproximadamente 10 minutos de espera ya se podrá ver el resultado. (El objeto quedará recubierto de cobre, ver Figura 4)



Figura 4: Recubrimiento de una cuchara con cobre¹⁹

- Actividad 3: Tras la realización de la práctica se planteará, la siguiente sesión en el aula, que tratará de un pequeño debate. Para ello se organizan grupos de unos 6 alumnos (depende del número total de alumnos en clase), y el profesor planteará una serie de preguntas como:

1. ¿Qué ocurre en la disolución?
2. ¿Quién se habrá oxidado y reducido?
3. ¿En qué aplicaciones cotidianas podemos encontrar este proceso?
4. ¿Podrías dar ideas de nuevas aplicaciones de este proceso ? .

Para el debate por grupos se dejarán unos 30 minutos de la clase, y el resto hasta finalizar la sesión se destinará a la comparación y defensa de ideas entre todos los alumnos de la clase.

➤ CONCEPTOS A DESARROLLAR

Se puede utilizar esta experiencia para explicar los siguientes conceptos de la forma más sencilla posible:

- Disoluciones de electrolitos
- Relación entre electricidad y procesos químicos
- Reacciones de oxidación-reducción
- Recubrimiento electrolítico.

4.1.3.4. ¿Cambio Físico o Químico?

➤ OBJETIVO

Se pretende que a partir de las experiencias de cambios físicos y químicos realizadas por el profesor los alumnos saquen las diferencias y características de cada proceso. Además, que los alumnos sean capaces de idear pequeñas experiencias en las que se aprecien las diferencias entre un cambio químico y un cambio físico.

En un contexto general, se persigue que los alumnos se sientan protagonistas de la asignatura, partícipes de la investigación, es decir, que se sientan descubridores de la asignatura al mismo tiempo que se diviertan con ella. También es muy importante que utilicen el método científico y aprendan a sacar conclusiones de la experimentación.

➤ CONOCIMIENTOS PREVIOS

Los alumnos en este caso deberían de dominar los cambios de estado, estudiados en cursos previos, así como las características del enlace químico, concretamente el enlace intramolecular ya que en este curso y anteriores sólo se estudia el enlace iónico, covalente y metálico.

Para activar los conocimientos previos se proponen las siguientes actividades que se realizarán previamente a la experiencia:

- Se le dedicará una sesión que se realizará en el aula de informática. En la primera parte de la actividad se manejarán simuladores (ver Figura 5) tanto para recordar los cambios de estado como los diferentes enlaces químicos.^{21,22} La última parte de esta actividad constará de una breve discusión entre todos los alumnos de la clase, sobre todo aquellos conceptos que han asimilado a raíz del manejo de los simuladores.

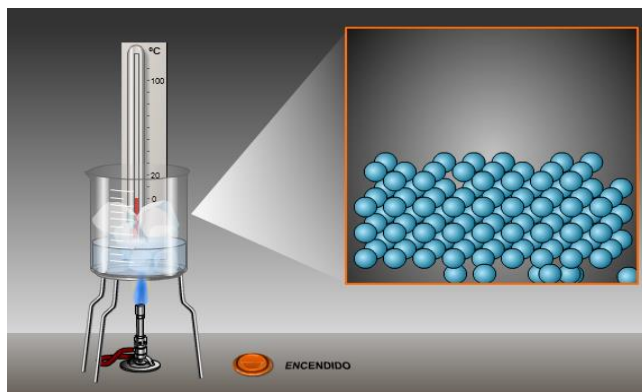


Figura 5: Imagen del simulador de cambio de estado.^{21,22}

➤ VINCULACIÓN CON OTRAS UNIDADES DE LA MATERIA

Esta actividad está intrínsecamente relacionada con la unidad del “Enlace Químico” y con la unidad de la “Estructura de la materia”.

➤ RECURSOS EMPLEADOS

Se hará uso del aula de informática y del laboratorio del Instituto.

En la sala de informática se necesitan ordenadores con conexión a internet.

En el laboratorio, además de requerir el uso imprescindible de bata, guantes y gafas de protección, se precisa el siguiente material:

- 1 tubo de vidrio
- Sulfato de cobre
- 1 clavo
- 1 tubo de ensayo
- Mechero
- Diferentes sustancias como papel, una vela, bicarbonato sódico, vinagre, sal, azúcar, cubitos de hielo en una nevera, leche, yogurt, limón, queso, etc

➤ DISEÑO DE LAS ACTIVIDADES

La experiencia se desarrolla en tres actividades consecutivas que se realizarán en el aula de informática y el laboratorio:

- Actividad 1: Será una actividad de indagación mediante el uso de las TIC en el aula de informática. A los alumnos se les distribuye por grupos de cuatro o cinco

alumnos. A cada grupo se le dará una lista de distintos cambios físicos y químicos de la vida cotidiana. Con ayuda de los compañeros y de la red, deberán de clasificar los distintos cambios que aparecen en su lista, razonando porqué y explicando las diferencias entre ambos cambios. Dispondrán para esta actividad de unos 20 minutos de clase, y otros 15 minutos para comentar con el resto de compañeros de la clase, las conclusiones que ha obtenido cada uno. Siempre el profesor redirigiéndolos de forma que, sin que ellos se den cuenta, finalmente posean la clasificación de forma correcta y con los conceptos bastante claros.

- Actividad 2: Durante el resto de la sesión siguiente se acudirá al laboratorio y el profesor les hará dos experiencias una con cambio físico y otra con cambio químico.

Antes de que tengan lugar esas dos experiencias, el profesor propone un concurso. Este concurso va a consistir en que los cinco primeros que acierten y justifiquen el tipo de cambio que ocurrirá en dichas experiencias, recibirán como premio, liderar los grupos que posteriormente se formarán para realizar sus propias prácticas. Serán quienes se encarguen de elegir las prácticas que llevaran a cabo su grupo y la forma de realizarlas.

Las experiencias que realizará el profesor consisten en:

1. En primer lugar se preparará una disolución de sulfato de cobre (color azul) en un tubo de ensayo, posteriormente en dicho tubo se introducirá un clavo y se esperará unos minutos. Transcurrido este tiempo se podrá ver que ha cambiado de color. (cambio químico)
 2. La otra demostración consistirá en colocar un tubo de vidrio sobre un mechero unos cuantos minutos. Después de un tiempo calentando la misma parte del tubo, éste comenzará a debilitarse hasta el punto en el que será moldeable, cambiándole así la forma. (cambio físico)
- Actividad 3: Una vez que se tengan los cuatro o cinco ganadores del concurso, se organizarán los grupos para comenzar las prácticas que planearán los propios alumnos. Siendo supervisadas en todo momento. Dichas experiencias se harán en la siguiente sesión, por lo tanto dispondrán de tiempo para traer algunos elementos de casa que decidan emplear. Como por ejemplo papel, una vela, bicarbonato sódico, vinagre, sal, azúcar, cubitos de hielo en una nevera, leche, yogurt, limón, queso, etc. Con el papel lo podrán quemar o cortar y ya tendrían un cambio químico y físico respectivamente, con la vela al

quemarse tendrán un cambio químico y al derretirse la cera un cambio físico (ver Figura 6)²³, fundir queso, etc.²⁴ Se cree que estas fáciles y caseras experiencias sean ideadas por el alumnado.



Figura 6: Vela derritiéndose, cambio físico y cambio químico²³

➤ CONCEPTOS A DESARROLLAR

Los conceptos principales que se introducen con esta actividad son:

- Cambio Físico
- Cambio Químico

También relacionado con el cambio químico se introduce el concepto de reacción química, es decir, que entiendan la reacción química como transformación de unas sustancias a otras.

4.1.3.5. Conducción de corriente en diversas disoluciones

➤ OBJETIVO

Los objetivos específicos que se pretenden conseguir con esta experiencia son:

- Demostrar la capacidad que tienen algunas disoluciones de conducir la corriente eléctrica.
- Introducir el concepto de electrolito.

Los objetivos generales son:

- Hacer que los alumnos vean la química como algo cercano, cotidiano y motivador a través de experiencias que pueden realizar en su casa.
- Demostrar que para experiencias sencillas, no es necesario el laboratorio.
- Intentar fomentar el uso de las TIC como instrumento educativo.

➤ CONOCIMIENTOS PREVIOS

La principal habilidad que deberán de poseer los alumnos para poder realizar las actividades que se proponen en este apartado, es la relacionada con la preparación de disoluciones y su concentración. También serán necesarios unos conocimientos básicos de circuitos eléctricos, trabajados anteriormente con alguna otra experiencia como la de la pila limonera.

Para activar los conceptos previos se realiza la siguiente actividad:

- Para afianzar la preparación de las disoluciones y el dominio de las concentraciones de las disoluciones se propone como actividad previa el uso de unos simuladores muy sencillos²⁵ (ver Figura 7). En el cual podrán ver la variación de la concentración a medida que varías las cantidades de soluto y disolvente. Para ello esta actividad tendrá lugar en el aula de informática, haciendo uso de las, TIC. Para esta actividad se empleará la mitad de una sesión de 50 minutos de clase.

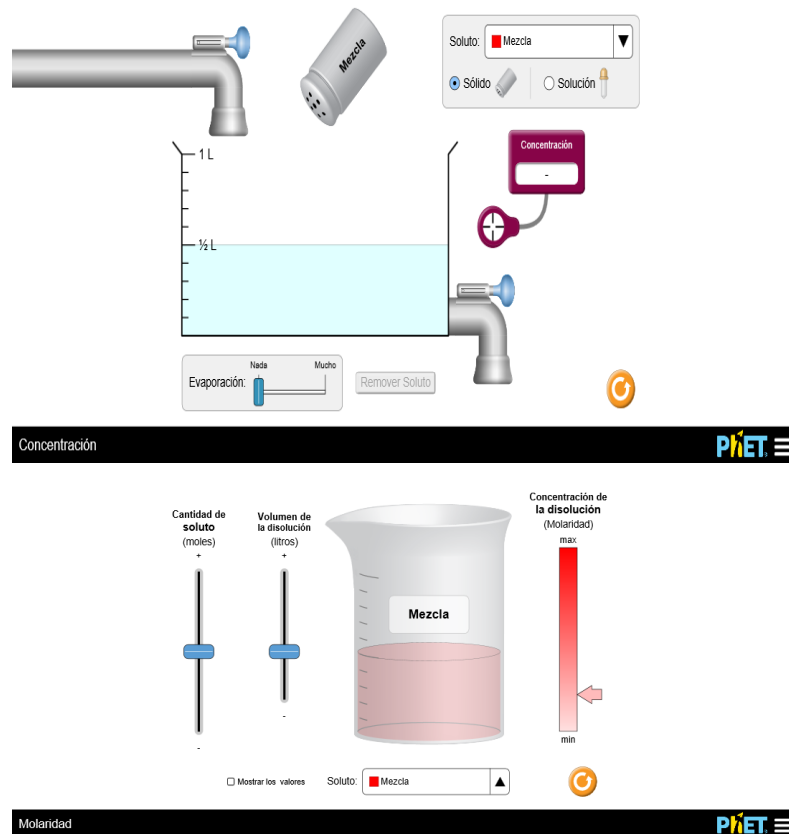


Figura 7: Simuladores para trabajar la concentración de una disolución²⁵

➤ VINCULACIÓN CON OTRAS UNIDADES DE LA MATERIA U OTRAS MATERIAS

Esta actividad está relacionada tanto con unidades de esta asignatura Física y Química, tales como: concentración de disoluciones, circuitos eléctricos, reacciones químicas. También se relaciona con una unidad de la asignatura de tecnología, los circuitos eléctricos. Que como se ha mencionado en otras ocasiones aparece en ambas asignaturas en tercero de la E.S.O.

➤ RECURSOS EMPLEADOS

Se hará uso del aula y la cocina de cada alumno. En el aula se requiere:

- 1 vaso de precipitados
- Agua
- Sal
- Cables
- Bombilla

Cada alumno en su casa, además de los materiales anteriores usará vinagre, azúcar, sal, alcohol, agua fuerte, acetona, aceite, etc.. También necesitarán el uso de una cámara de vídeo o en su defecto un móvil, un ordenador y conexión a internet.

➤ DISEÑO DE LA EXPERIENCIA

Esta actividad se planteará del siguiente modo:

1. A continuación de la activación de conocimientos previos, el resto de tiempo de esa misma sesión, se realizará en el aula y el profesor realizará una experiencia de cátedra.

El docente les hará una demostración con el siguiente montaje (ver Figura 8)²⁶.

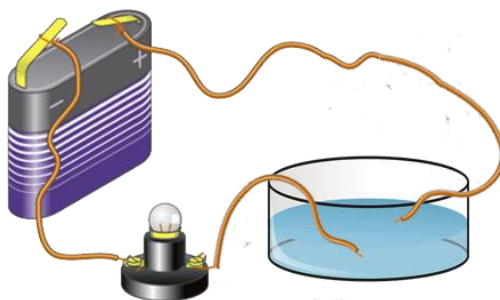


Figura 8: Medida de la conductividad de una disolución²⁶

De tal forma que cuando la disolución es solamente agua del grifo la bombilla no se enciende, cuando le añadimos un miligramo de sal tampoco, ahora bien si comenzamos a añadir sal a la vez que agitamos sin parar, se apreciará que cuanto más sal se disuelve más brilla la bombilla.

2. Pues bien una vez que los alumnos hayan observado ese hecho, su tarea será indagar cual es su explicación. Se pretende que ellos lleguen hasta el concepto de conductividad y electrolito. Para ello se les propondrá como TPC (tarea para casa) que con el uso de materiales necesarios (pilas, cables, bombillas...), instrumentos e ingredientes de cocina o domésticos comprueben e indaguen sobre el experimento que han visto en clase. Para que la tarea sea más completa e innovadora, y se introduzcan las TIC en la actividad, se les pedirá que graben con una cámara o en su defecto con un móvil, y se lo envíen por correo electrónico al profesor en cuestión. El profesor deberá guiar a sus alumnos, sólo si aprecia que, los mismos andan un poco perdidos y no se les ocurre que disoluciones medir. Para ello, el docente les proporcionará una lista de aquellas sustancias y material

que podrán necesitar, como por ejemplo, pilas, cable, bombilla, vinagre, azúcar, sal, alcohol, agua fuerte, acetona, aceite, etc. ²⁷

3. La siguiente y última sesión de clase dedicado a estas actividades se realizará en el aula y consistirá en una exposición oral, uno por uno, de lo que han experimentado en casa y de las conclusiones que han sacado. Podrán intervenir en la exposición de otro compañero, siempre y cuando lo hagan coherentemente y apoyándose en sus propias conclusiones. Las exposiciones, estarán supervisadas en todo momento por el profesor para guiarles, y reconducirles hacia el objetivo de la práctica.

➤ CONCEPTOS A DESARROLLAR

Los principales conceptos que se les introducirá con esta experiencia son:

- Capacidad de algunas disoluciones de conducir la corriente eléctrica: conductividad
- Concepto de electrolito

4.2. FÍSICA Y QUÍMICA DE 1º DE BACHILLERATO

4.2.1. RELACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS CON EL CURRÍCULUM DEL CURSO

Según Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE)⁶ y su implantación en la Comunidad Autónoma de Castilla y León: Orden EDU/363/2015⁸ *“la asignatura de Física y Química en bachillerato, como disciplina científica, debe permitir comprender a los alumnos lo que suponen los avances científicos, juzgar sus ventajas e inconvenientes y tomar decisiones sobre los caminos a seguir. Es un proceso incesante ya que continuamente están apareciendo nuevos retos para la ciencia, nuevas preguntas que hay que contestar. Hay que encontrar nuevas explicaciones y proponer nuevos modelos para aprovechar el nuevo conocimiento en beneficio de la humanidad. Además, la Física y la Química están relacionadas con otras muchas ciencias como Biología, Astronomía, Medicina, Geología, Ingenierías, por lo que es importante una formación sólida en Física y Química para dominar estas disciplinas”*.

En esta misma orden⁸ también se recoge: *“Tanto la Física como la Química son ciencias experimentales y, siempre que sea posible, se realizarán experiencias de laboratorio, con las que el alumno irá descubriendo los procedimientos de trabajo del método científico. Esto le va a servir de estímulo en su aprendizaje porque va a ir descubriendo por él mismo y va a ir obteniendo sus propias conclusiones. Estas experiencias pueden hacerse en grupos y así se realizarán tomas de decisiones, puestas en común, discusión de resultados, presentación de conclusiones mediante tablas, gráficas... En otras ocasiones no es fácil realizar experimentación de algunos fenómenos debido a que se requiere un material especializado o unas condiciones que no puedan cumplirse en un laboratorio docente. En este caso se puede recurrir a las simulaciones mediante ordenador que, afortunadamente, cada vez están más disponibles a través de las TIC. Asimismo, las materias que componen esta asignatura se adaptan muy bien a la resolución de cuestiones.” ...”*

Esta materia también produce el acercamiento al mundo físico y capacita al alumno para elaborar juicios críticos sobre ciencia y tecnología y favorece la iniciativa al realizar el diseño de experiencias, elegir la forma de presentar los datos y aplicar el sentido crítico a los resultados⁸.

Es en este sentido en el que se proponen las actividades en este TFM. Una serie de experiencias prácticas que sirvan de estímulo al aprendizaje y haga a los alumnos

protagonistas del mismo. También resaltaremos la importancia de las TIC como ayuda a las experiencias.

Dentro de los contenidos de la asignatura Física y Química de 1º de Bachillerato las experiencias que proponemos se encuadran dentro del bloque 3 “Reacciones Químicas”, como puede verse en la tabla 4. Se estudian los tipos de reacciones químicas más frecuentes introduciendo el concepto de reacción química como ecuación química, la estequiometría y el ajuste de reacciones. Se incidirá en reacciones de oxidación reducción.

Tabla 4: Revisión del currículo de Física y Química de 1º de Bachillerato⁸

Contenidos	Criterios de Evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 3. Reacciones químicas		
Concepto de reacción química y ecuación química. Estequiometría de las reacciones. Ajuste de ecuaciones químicas. Cálculos con reactivos en disolución. Tipos de reacciones químicas más frecuentes. Química e industria. Productos importantes de la industria química: Ácido sulfúrico, amoníaco, carbonato sódico	Interpretar las reacciones químicas y resolver problemas en los que intervengan reactivos limitantes, reactivos impuros y cuyo rendimiento no sea completo. Identificar las reacciones químicas implicadas en la obtención de diferentes compuestos inorgánicos relacionados con procesos industriales.	Escribe y ajusta ecuaciones químicas sencillas de distinto tipo (neutralización, oxidación, síntesis) y de interés bioquímico o industrial. Considera el rendimiento de una reacción en la realización de cálculos estequiométricos Describe el proceso de obtención de productos inorgánicos de alto valor añadido, analizando su interés industrial. Analiza la importancia y la necesidad de la investigación científica aplicada al desarrollo de nuevos materiales y su repercusión en la calidad de vida a partir de fuentes de información científica

4.2.2.JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LAS EXPERIENCIAS PRÁCTICAS

Los criterios seguidos para seleccionar las diferentes actividades basadas en experiencias prácticas han sido fundamentalmente estos tres:

- Aquellas que a través de las mismas puedan asimilar conceptos de electroquímica, que les puedan servir para lograr una buena base en este curso, para poder entender correctamente las unidades de electroquímica en segundo de bachillerato.
- Con la ayuda de estas experiencias, sería interesante poder introducirles otros conceptos como exotermicidad y combustión.
- Se intentará que sean prácticas y actividades de un nivel intermedio, las cuales serán realizadas, en su mayoría, con instrumentos y productos de uso cotidiano, siendo no siempre necesario el uso de un laboratorio.
- Se pretende que sean actividades relacionadas con su entorno de forma que resulten motivadoras para el alumnado.

Mediante un conjunto de experiencias sencillas se pretende introducir el concepto de reacción química a través principalmente, de reacciones de oxidación reducción que permitan ir adelantando conceptos muy útiles en electroquímica que se desarrollarán el curso siguiente.

4.2.3. COMPETENCIAS

Con las actividades y experiencias prácticas propuestas para este curso se pretende desarrollar las siguientes competencias.

- Competencia en el conocimiento e interacción en el mundo de la química: es decir, comprender los procesos químicos que tienen lugar en su vida cotidiana. Así como encontrar la relación con otras ciencias como la tecnología, biología, etc.
- Competencia digital a través de la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación. Se desarrollará dicha competencia para recabar información, retroalimentarla, simular y visualizar situaciones, obtención y tratamiento de datos, etc.
- Competencia de sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor: se trabaja el espíritu crítico, así como, el enfrentarse a problemas abiertos y construir una solución.
- Competencia social y cívica: formación de futuros ciudadanos a participar en una sociedad democrática para su participación en la toma fundamentada de decisiones.
- Competencia para aprender a aprender: estrechamente relacionada con la forma de construir y transmitir el conocimiento científico.
- Competencia en comunicación lingüística: Emplear apropiadamente, tanto en la lengua materna como en la lengua extranjera el lenguaje científico, tanto oral como escrito.
- Competencia matemática: Utilización del lenguaje matemático para cuantificar los fenómenos y expresar datos. Así como, la resolución de problemas de formulación.
- Competencia de conciencia y expresiones culturales: apreciar nuestra naturaleza y tratar de conservarla.

4.2.4. EXPERIENCIAS PRÁCTICAS

4.2.4.1. Todos a blanquear nuestra ropa

➤ OBJETIVO

El principal objetivo de esta actividad es que los alumnos conozcan e investiguen el poder blanqueante de la lejía.¹⁶ A partir de eso se introduce el concepto de oxidante. Se propone trabajar en parejas, valorando las ideas y opiniones de su compañero.

Con esta actividad también se pretende que los alumnos aprecien que no siempre es necesario disponer de laboratorio, para enlazar la teoría con la práctica.

➤ CONOCIMIENTOS PREVIOS

El alumnado debería de recordar, en primer lugar, la formulación química inorgánica, concretamente, las sales ternarias. Ya que deben de recordar que la lejía es una disolución de hipoclorito sódico.

Como actividad para activar los conocimientos previos se propone la siguiente:

- Esta actividad se realizará en el aula de informática durante los primeros 15 minutos de la clase. Consistirá en el manejo individual de unos simuladores (ver Figura 9)^{28,29} para recordar la formulación inorgánica. Las dudas que les surjan serán atendidas por sus compañeros, haciendo uso de la atención a la diversidad, es decir, en estos casos suelen ser los compañeros de altas capacidades los que resuelven las dudas y quienes adoptan el roll de profesor.

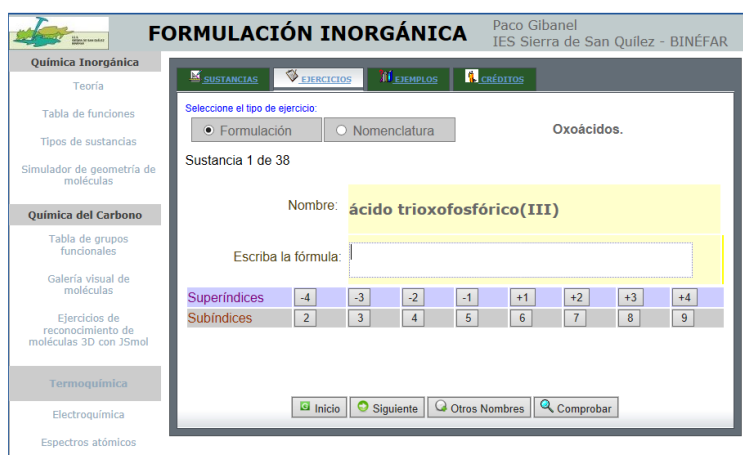


Figura 9: Simulador formulación inorgánica ^{28,29}

➤ VINCULACIÓN CON OTRAS UNIDADES DE LA MATERIA

Esta actividad está estrechamente relacionada con los conceptos:

- Reacciones químicas
- Oxidación
- Ajuste de reacciones
- Formulación y nomenclatura de compuestos inorgánicos de acuerdo con las recomendaciones de la IUPAC.

➤ RECURSOS EMPLEADOS

Esta actividad tan sólo se desarrollará en el aula y en el aula de informática.

El material necesario en el aula es:

- Bolígrafos y rotuladores de distintos tipos y colores
- Lejía
- Un pincel
- Papel blanco.

➤ DISEÑO DE ACTIVIDAD PRÁCTICA

La actividad será realizada en el aula durante el resto de la clase, es decir, después de la activación de las ideas previas. Se propone que la experiencia se realice por parejas. En días previos, además de haber organizado las parejas, se les había encargado que llevaran a clase unos bolígrafos y rotuladores de todos los tipos que tuvieran, un pincel por pareja, así como dos botellas de lejía para toda la clase. De

esta forma también se les está demandando una responsabilidad de organización para distribuir qué es lo que lleva cada uno.

Una vez que se dispone de todo el material la experiencia será introducida del siguiente modo:

1. El profesor les proporciona el título de la actividad: “Todos a blanquear nuestra ropa” y les hace la siguiente pregunta: ¿Cómo podríais desarrollar el título de esta sesión práctica con los materiales de los que disponéis ahora mismo?
2. Se les deja un tiempo para que cada pareja haga sus propuestas. Parece bastante razonable que se les ocurrirá pintar en un papel en blanco, o incluso alguno seguro que pueda pintarse la ropa blanca y con un pincel frotarle con lejía y esperar a que vuelva a adquirir su tono blanquecino. El profesor en todo momento los guiará sin que ellos se den cuenta.
3. Seguidamente realizarán la experiencia. En dos papeles idénticos harán marcas análogas con los diferentes bolígrafos y rotuladores a continuación mojar el pincel en lejía y pasarlo por encima de las marcas de uno de los papeles. Los alumnos anotarán lo que observen.

La clase siguiente será destinada a la búsqueda de información mediante el manejo de las TIC, información que ellos necesiten conocer, para poder explicar ante sus compañeros que fenómeno químico ocurrió en la clase anterior. En esta sesión además de la capacidad para la selección de la correcta información también se valorará la expresión oral. Después de las exposiciones de cada pareja habrá un debate entre toda la clase, donde el profesor podrá intervenir, siempre intentando hacerles razonar por el buen camino.

➤ CONCEPTOS A DESARROLLAR

A partir de esta experiencia se pretende que conozcan:

- El concepto de oxidación, mediante el poder de la lejía para oxidar, por ejemplo, a las sustancias que forman las tintas de cualquier bolígrafo o rotulador.
- Que son sustancias oxidantes
- Ajuste de reacciones de oxidación reducción

4.2.4.2. ¿Vamos a la pelu? o

¿Nos desinfectamos una herida?

➤ OBJETIVO

Con este conjunto de experiencias prácticas se trata de introducir el carácter oxidante del agua oxigenada. Además, analizar la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno. Se realizarán dos experiencias, la primera con el objetivo de entender el carácter decolorante del agua oxigenada y una segunda para comprender la propiedad desinfectante de la misma.

➤ CONOCIMIENTOS PREVIOS

Para obtener un buen aprendizaje con estas actividades, los alumnos ya deberían de conocer la mayoría de las aplicaciones del agua oxigenada: desinfectante, decolorante, blanqueante, oxidante, limpieza, etc. Además en este momento, debido a la realización de las actividades anteriores ya deberían de conocer el concepto de oxidación y reducción.

Para atraer a la memoria de los alumnos dichos conocimientos se propone la siguiente actividad:

- Esta actividad tendrá lugar en el aula, durante los 15 primeros minutos de clase. Consistirá en la realización de un crucigrama, que contendrá el nombre de todas las aplicaciones del agua oxigenada, así como palabras clave relacionadas con ella, por ejemplo, herida, sangre, tinte, pelo, etc.

➤ VINCULACIÓN CON OTRAS UNIDADES DE LA MATERIA

Estas experiencias están relacionadas con:

- La unidad de “energía de las reacciones químicas”, que se imparte en este mismo curso, ya que la descomposición del agua oxigenada es una reacción exotérmica y se les podría enlazar estas prácticas con dichos conceptos, relacionados con la energía de las reacciones.
- También como consecuencia de estas actividades podrán apreciar lo que es una reacción de combustión, estudiada durante este curso.

➤ RECURSOS EMPLEADOS

Se empleará como habitáculo el aula correspondiente al grupo de alumnos, aula de informática y la cocina de sus casas.

Respecto al material o instrumentos que tendrán que utilizar será una cámara de vídeo, ordenador, conexión a internet, y todos los ingredientes caseros, como la acetona, carne, agua oxigenada, amoníaco y cabello.

➤ DISEÑO DE LAS EXPERIENCIAS PRÁCTICAS

Cómo ya se ha comentado anteriormente se realizarán dos experiencias.

Experiencia 1: ¿Vamos a la pelu?

Se trata de que el alumnado entienda una, de las muchas aplicaciones del agua oxigenada, su poder decolorante. Para ello se les comentará, que lo que se realizará realmente es un tinte de pelo, aspecto que pretende fomentar su atención.

Para ello se utilizarán cabellos de color oscuro y materiales e ingredientes cotidianos y domésticos.

Esta experiencia tendrá lugar en el aula y en el aula de informática durante dos sesiones completas de clase. Se realizará en pequeños grupos de tres alumnos, ya que el material que requiere no es costoso económicamente y es de fácil accesibilidad.

Para esta actividad se les habrá mandado traer de sus casas acetona, amoníaco, agua oxigenada y cabello. La profesora llevará a clase unas cápsulas Petri que se necesitarán para realizar la experiencia.

Se les planteará los pasos a seguir de forma desordenada y ellos deberán de idear el orden correcto, bien sea informándose mediante el empleo de las TIC o bien por ensayo-error, hasta lograr que su cabello, el de un compañero o el que hayan decido decolorar lo haya hecho. El profesor les acompañará por el camino correcto en todo momento.

Pasos¹⁶ desordenados que se les entregará:

1. Añadir 25 ml de agua oxigenada
2. Desengrasar el pelo con acetona
3. Añadir 5ml de amoníaco
4. Comparar con cabellos sin tratar para comprobar su efecto decolorante
5. Colocar los cabellos en la placa Petri
6. Lavar con agua y secar

7. Dejar el pelo recubierto por las disoluciones durante una hora.

Ya que se necesita aproximadamente una hora para que la disolución sea eficaz, el profesor será el encargado de planificar la experiencia en dos horas seguidas. Durante ese tiempo de espera, los alumnos en los grupos formados deberán de indagar el porqué de esa decoloración y los últimos quince minutos lo discutirán con el resto de grupos y con el profesor. El profesor siempre hará cuestiones que les ayuden a llegar al buen razonamiento, como por ejemplo, ¿Por qué se dice que el agua oxigenada es un agente oxidante?

Experiencia 2: ¿Nos desinfectamos una herida?

Con esta experiencia se tratará de que el alumno entienda que ocurre en su piel y en su herida cuando se la limpia, es decir, ¿Cómo se desinfecta?. Aquellos alumnos que sean un poco observadores sabrán que cuando se añade peróxido de hidrógeno a una herida aparece una espuma blanca, los más curiosos se habrán preguntado ¿Qué será esa espuma blanca?. Todas estas preguntas y muchas más que se les ocurran, deberán de responderse ellos mismos, una vez que se les proponga los siguientes problemas o cuestiones:

1. ¿Qué reacción química ocurre cuando el agua oxigenada entra en contacto con la sangre?
2. ¿Por qué mueren las bacterias adheridas a la herida?

A partir de estas cuestiones anteriores se les pedirá como TPC:

- Primero que en sus cocinas traten de llevar a cabo dicha reacción, para ello, lógicamente no hace falta que se hagan una herida, bastará con³⁰ dejar descongelar un trozo de carne en un plato, y se obtendrá la cantidad suficiente de sangre para poder realizar este experimento. Añadiendo esta sangre a un vaso que contenga agua oxigenada apreciarán la reacción química producida y la formación de esa espuma blanca que provoca el oxígeno gaseoso. Para comprobar que hay oxígeno gaseoso podrían acercar una cerilla y ver como se produce una combustión, otro tipo de reacción que se estudia este curso (ver Figura 10)³¹. También se podrá apreciar que se trata de una reacción exotérmica (desprende calor), cuando observen que el vaso donde tiene lugar la reacción se calienta.



Figura 10: Descomposición del agua oxigenada ³¹

- Este experimento deberá de ser grabado y enviado al docente correspondiente por correo electrónico junto con un pequeño informe de la experiencia explicando el fundamento químico de la práctica.

Una vez que el profesor haya visualizado todos los videos e informes si, éste considera que no ha quedado claro la explicación química de la práctica, entonces será debatido en clase, con la idea de que quede perfectamente claro.

➤ CONCEPTOS A DESARROLLAR

Los conceptos que se van a trabajar con esta experiencia son:

- El peróxido de hidrógeno como agente oxidante.
- La reacción de descomposición del agua oxigenada.
- Reacción exotérmica.
- Reacción de combustión.

4.2.4.3. ¿Es seguro cocinar con Aluminio?

➤ OBJETIVO

Con esta práctica se pretende que los alumnos investiguen propiedades del metal aluminio. Se va a poner de manifiesto su capacidad de oxidación a trióxido de dialuminio. Se intentará que este objetivo se logre, como venimos haciendo, con experimentos caseros.

➤ CONOCIMIENTOS PREVIOS

Para desarrollar esta actividad práctica los alumnos deberán de recordar todo lo estudiado sobre los metales, características, propiedades, enlace, etc.

Para activar las ideas previas se propone la siguiente actividad:

- Esta actividad se realizará en el aula durante los 20 primeros minutos de una sesión de clase. Dicha actividad consistirá en la realización de un puzzle que contenga diferentes metales, propiedades, aplicaciones, enlace, características, etc. El objetivo será que recuerden estas últimas y sean capaces de unir correctamente las piezas del puzzle.

➤ VINCULACIÓN CON OTRAS UNIDADES DE LA MATERIA U OTRAS MATERIAS

Los conceptos que se trabajan en esta experiencia estarían relacionados con:

- Alta reactividad del aluminio con ácidos y bases, es tan activo que en reacción con ácido (limones, vinagres, vinos, cítricos) y base (sosa) quedará disuelto.
- Reactivo anfótero, puede actuar como ácido y como base, concepto estudiado también en la asignatura de biología

➤ RECURSOS EMPLEADOS

Se hará uso del aula y de la cocina de los alumnos. En sus cocinas emplearán:

- Papel de aluminio
- Tomates
- Recipiente de aluminio
- Recipiente de acero

➤ DISEÑO DE LA EXPERIENCIA

Esta experiencia será realizada como tarea para casa (TPC), en primer lugar porque en bachillerato ya no se dispone de tanto tiempo de clase como ocurre en la E.S.O, y en segundo lugar porque requiere de instrumentos e ingredientes que están presentes en cualquier cocina.

Después de haber realizado la actividad de activación de conocimientos se les propondrá el TPC:

- Deberán realizar una salsa de tomate, o en su defecto el uso de una precocinada. Colocarán la salsa en dos recipientes, uno de aluminio, y otro de acero.
- Posteriormente tapanán ambos con papel de aluminio, habiendo dejado en contacto los recipientes, la salsa de tomate y el papel de aluminio.
- Transcurridos dos o tres días podrá ser que en el papel de aluminio que tapaba el cuenco de acero hay unos agujeritos. Pues bien, parece que tenemos un problema que los alumnos deben de solucionar y explicar químicamente la diferencia que hay entre el papel de aluminio que recubría cada recipiente.

Será opcional enviar un video al profesor, en el que se aprecie la experiencia realizada. Ahora bien, será obligatorio que cada uno de los alumnos exponga al día siguiente en clase su experiencia y razonar las conclusiones a las que ha llegado. Conclusiones que serán debatidas por todos sus compañeros, incluyendo al docente, que deberá guiarles por el buen razonamiento, pero siempre cuestionando no afirmando.

Los alumnos deberán de llegar a la conclusión que cuando se trata de los mismos metales los que están en contacto mediante un conductor de la corriente (componentes del tomate) no ocurre nada puesto que no pueden reaccionar ya que ambos poseen el mismo potencial electroquímico, mientras que cuando lo hace con otro metal de diferente potencial es capaz de oxidarse.

➤ CONCEPTOS A DESARROLLAR

Se pretende que comprendan y puedan justificar:

- La reactividad del aluminio, como metal activo, apoyándose en conocimientos de electroquímica.

- Por otro lado, otra finalidad de esta práctica es que aprendan correctamente a conservar los alimentos.

4.2.4.4. Convertir azúcar blanca en azúcar moreno

➤ OBJETIVO

Como finalidad de esta experiencia se pretende ampliar los conocimientos sobre un reactivo tan empleado en química como es el ácido sulfúrico. Sobre todo trabajar su propiedad deshidratante y su faceta para convertir el azúcar en carbono, mediante una reacción de combustión.

➤ CONOCIMIENTOS PREVIOS

Los alumnos, en este curso, deberían de conocer muchas de las características y aplicaciones industriales principales que posee el ácido sulfúrico.

Para activar estos conocimientos, se va a realizar una actividad seguramente motivadora para los alumnos.

- Tendrá lugar una salida a una planta química donde se fabrique ácido sulfúrico, y donde puedan recordar y comprender cómo se sintetiza este compuesto químico y cuáles son sus aplicaciones. Esta salida será a la provincia de Huelva, donde se visitará una planta de síntesis de ácido sulfúrico, así como, las minas del río tinto (ver Figura 11)³². Debido a que es un viaje que no podemos realizar en un día, se desarrollarán, como actividades incluidas dentro de su viaje de estudios de 1º de Bachillerato que realizarán por algunas provincias de Andalucía.



Figura 11: Minas del Río Tinto ³²

➤ VINCULACIÓN CON OTRAS UNIDADES DE LA MATERIA U OTRAS MATERIAS

La actividad propuesta se relaciona dentro de la materia Física y Química con.

- La unidad de productos y aplicaciones importantes en la industria química.

- Con la unidad de la energía de las reacciones químicas (termoquímica).

También se relaciona con la asignatura de biología, ya que la sacarosa es una molécula que se estudia en la parte de biomoléculas.

➤ RECURSOS EMPLEADOS

- Se necesitará disponer de recursos para todo lo que implica la realización de la excursión a la planta química: autobús, hotel, etc.
- Para la realización de la experiencia emplearemos el laboratorio. Por tanto, se utilizará bata, guantes y gafas protectoras. Hay que recalcar a los alumnos las precauciones al manipular el ácido sulfúrico ya que es muy corrosivo. Dentro del laboratorio necesitaremos:
 - Vitrina
 - Vaso de precipitados
 - Azúcar
 - Ácido sulfúrico
- El aula de informática.

➤ DISEÑO DE LA EXPERIENCIA¹⁶

Se trata de una experiencia muy corta, y por ello su realización llevará solamente los 15 primeros minutos de esta sesión. Se realizará en parejas y en vitrina. Los pasos que han seguir son:

- Cubrir el fondo del vaso de precipitados de azúcar en polvo, que previamente habrán traído los alumnos de sus casas. A continuación se añaden unos mililitros de ácido sulfúrico, de forma que el azúcar quede totalmente empapado, formándose una pasta oscura.
- Los alumnos deberán observar y anotar lo que va ocurriendo (se comienza a formar una espuma negra que sube a medida que va transcurriendo la reacción) (ver Figura 12)³³. También podrán apreciar cómo se calienta el vaso de precipitados.



Figura 12: Deshidratación del azúcar con ácido sulfúrico³³

Una vez finalizada la experiencia en el laboratorio, el resto de tiempo de esta sesión los alumnos por parejas en la sala de informática, donde disponen de ordenadores con conexión a internet, deberán indagar:

1. Que reacción ha tenido lugar en esta experiencia
2. Porque se calienta el vaso de precipitados a medida que transcurre la reacción.
3. ¿Habrá tenido lugar una combustión?
4. ¿Hay alguna relación entre esta experiencia y las reacciones de oxidación y reducción?

Para terminar con esta experiencia, en la siguiente sesión, se dividirá a los alumnos en dos grupos, por un lado los que creen que ha ocurrido una combustión y por el otro los que opinen lo contrario. Una vez distribuida la clase se abrirá un debate, para tratar que los alumnos lleguen a la conclusión correcta de forma crítica.

➤ CONCEPTOS A DESARROLLAR

Se estudiarán principalmente los conceptos de:

- Reacción de deshidratación
- Reacción de combustión
- Reacciones exotérmicas
- Calor de reacción

Esta experiencia también servirá para estudiar las propiedades del ácido sulfúrico.

4.2.4.5. Efectos de la corriente eléctrica: Electrólisis

➤ OBJETIVO

La meta que se persigue con esta experiencia es que comprendan:

- Por qué unas disoluciones conducen la electricidad y otras no son capaces.
- El proceso de electrólisis, puesto que, se trata de uno de los aprovechamientos domésticos e industriales de los efectos de la corriente eléctrica.

➤ CONOCIMIENTOS PREVIOS

Los alumnos deberían de recordar como se prepara una disolución, al igual que los componentes de un circuito eléctrico y ser capaz de montar uno. Pero como estos conocimientos ya han sido tratados en algunas de las actividades y cursos anteriores, la actividad propuesta para activar los conocimientos previos de los alumnos va a estar relacionada con hacer recordar al alumnado todo aquello que conocen respecto a las diferentes posibilidades de transformación de la energía eléctrica en otras formas de energía útiles para los seres humanos.

- Esta actividad será realizada en el aula y será empleada una sesión entera. En grupos de cuatro personas se les pedirá realizar un mapa conceptual con el máximo número posible de energías útiles para los seres humanos que han surgido de la transformación de la energía eléctrica. Aquella información que no recuerden o necesiten consultar, lo podrán hacer excepcionalmente con sus tablets o teléfonos móviles.

➤ VINCULACIÓN CON OTRAS UNIDADES DE LA MATERIA

Se relaciona con:

- La unidad de la asignatura Física y Química titulada, electricidad: efectos de la corriente eléctrica (térmico, magnético y químico).

Aquellos que en este nivel, estén cursando la materia de tecnología industrial también estudiarán en ella estos conceptos.

➤ RECURSOS EMPLEADOS

La experiencia se realizará en aula, en el laboratorio y en casa y será necesario disponer de:

- En el aula para la activación de ideas previas, se necesitará material escolar, dispositivos electrónicos como tablets.
- En el laboratorio donde será necesario el uso de bata, guantes, y gafas protectoras, se necesitará como material y productos:
 - Electrodo de carbón
 - Fuente de alimentación
 - Pinzas de cocodrilo
 - Cables de conexión
 - Bombilla
 - Vaso de precipitados
 - Agua destilada
 - Cloruro de sodio
 - Sulfato de cobre
 - Otros reactivos con los que requieran indagar los alumnos
- En casa necesitarán un ordenador en el que puedan manejar el programa informático power-point y un USB para transferir la foto hecha en el laboratorio a sus ordenadores.

➤ DISEÑO DE LA EXPERIENCIA³⁴

Esta experiencia será realizada en grupos de 4 personas, los mismos grupos que realizaron la actividad para activar los conocimientos previos. El tiempo estimado será de una sesión.

- La secuencia de pasos guiados que tendrán que seguir para realizar la experiencia será la siguiente:
 1. Introducirán los electrodos de carbón en el vaso de precipitados y conectarlos mediante cables y pinzas a la pila y a la bombilla. ¿Se enciende la bombilla?
 2. Una vez comprobado si luce o no la bombilla, añadirán agua destilada al vaso y observarán que ocurre, anotando siempre todo aquello que les llame la atención.

3. Ahora se añadirá cloruro de sodio al agua y de igual forma observarán que ocurre. (ver Figura 13)³⁵



Figura 13: Conductividad eléctrica de las disoluciones³⁵

4. Se sustituirá el vaso de precipitados anterior, por otro que contenga una disolución de sulfato de cobre preparada por los alumnos previamente. Volverán a observar que sucede.
5. En este último paso, los alumnos, habiendo llegado ya a algunas conclusiones, con lo observado con las anteriores disoluciones, se les dejará seguir experimentando con diferentes disoluciones que ideen ellos mismos. El profesor deberá guiarles en todo momento, haciendo que los alumnos razonen porque quieren probar con las disoluciones que decidan hacerlo.
- Una vez que todos los grupos hayan anotado todas sus observaciones, conclusiones, etc, deberán realizar como tarea para casa una presentación usando el programa power-point u otro para luego exponer en clase. En esta presentación solo se exige que contenga una imagen del montaje de la experiencia realizada en el laboratorio (empleo de las TIC como dispositivo educativo) y un apartado con aplicaciones de la electrolisis. El resto de la presentación será totalmente libre, eso sí tiene que verse reflejadas y argumentadas, a través de la misma, todas sus conclusiones. Al final de las presentaciones habrá un pequeño debate para aclarar algunas confusiones que hayan podido tener en la elaboración de las presentaciones. El tiempo estimado para esta última actividad de presentaciones y debate será de una sesión.

➤ CONCEPTOS A DESARROLLAR

Se intentará que entiendan y razonen:

- La propiedad de algunas disoluciones para conducir la corriente eléctrica.
- Introducción a la electrólisis.
- Transformación de la energía eléctrica en energía química.

4.3. QUÍMICA DE 2º DE BACHILLERATO

4.3.1. RELACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS CON EL CURRÍCULUM DEL CURSO

Según Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE)⁶ y su implantación en la Comunidad Autónoma de Castilla y León: Orden EDU/363/2015⁸, *“La ciencia trata de dar una explicación al mundo que nos rodea y, dentro de las disciplinas que la componen, a la Química, en general, se le da un papel central porque sus conocimientos son imprescindibles para otras áreas: Biología, Medicina, Ciencia de Materiales, Geología, Farmacología, Ciencias Ambientales, Electrotecnia, Termotecnia, etc. La Química está presente prácticamente en todos los ámbitos de la vida: en agricultura, alimentación, elaboración de medicamentos, obtención de combustibles, elaboración de materiales. No se puede pensar en ningún campo en el que no esté presente la Química y es de prever que su importancia sea cada vez mayor. El estudio de la Química se hace imprescindible para todo el alumnado de Bachillerato que quiera dedicarse a cualquier disciplina científica porque, como se ha indicado anteriormente, es base de los conocimientos de las otras ciencias. Es decir, tiene un carácter orientador y preparatorio para estudios posteriores.*

La Química es una ciencia experimental pero con un importante cuerpo teórico, por eso la asignatura se plantea desde esta doble vertiente: por una parte hay que adquirir el método de trabajo propio de la ciencia realizando experiencias de laboratorio y, por otra, conocer los principios fundamentales, las leyes, las principales teorías que explican las propiedades de la materia”.

Esta misma Ley Orgánica también recoge en lo referente a la metodología de la asignatura de Química: *“es importante que el alumnado vea que la Química está presente en muchos aspectos de su vida cotidiana. La materia incluye aspectos teóricos y prácticos y por esto la metodología que se empleará será muy diversa: Se harán experiencias prácticas en grupos pequeños, por ejemplo: volumetrías, determinación de velocidades de reacción, obtención de plásticos..., en los que se fomente la búsqueda y contraste de información, la discusión de los resultados obtenidos, la elección de la forma de presentar los resultados... Se adquirirán actitudes relacionadas con el trabajo limpio y ordenado, la realización de un diseño previo de las experiencias de laboratorio, el uso del lenguaje científico, etc. Se utilizarán programas de simulación para la realización de experiencias que no se pueden hacer en el laboratorio, así como para el estudio de modelos atómicos o el*

estudio del enlace químico. En estos casos el trabajo será individual y de esta forma el ritmo de aprendizaje de cada alumno puede ser diferente. Se procurará que las cuestiones planteadas tengan un sentido práctico y que estén relacionadas con fenómenos de la vida diaria para que se sienten más identificados y su grado de implicación sea mayor. También se utilizará la exposición del profesor para dar una visión global de los temas tratados, profundizar en los aspectos fundamentales y orientar en otros aspectos menos importantes en los que el alumnado pueda estar interesado. Con estas propuestas metodológicas se estarán adquiriendo competencias, especialmente las relacionadas con la competencia matemática, la competencia en ciencias y tecnología, la competencia digital, fomentar la propia iniciativa y la de aprender a aprender”.

La Química es una ciencia experimental, con las actividades que se proponen se pretende que el alumno adquiriera el método de trabajo propio de la ciencia realizando experiencias de laboratorio. Estas experiencias van a estar relacionados con aspectos cotidianos con lo cual se pone de manifiesto que la química está presente en diferentes ámbitos. La forma de plantear las actividades pretende fomentar la iniciativa de los alumnos y ser parte activa en el proceso de aprendizaje.

En la asignatura de Química del segundo curso de bachillerato dentro del bloque 3: “Reacciones químicas”, como puede verse en la Tabla 5, se incluyen como contenidos las reacciones de oxidación-reducción, pilas galvánicas, volumetrías, electrólisis y sus aplicaciones, entre otros. Estos conceptos se van a introducir a través de diferentes experiencias prácticas.

Tabla 5: Revisión del currículo de Química de 2º de Bachillerato⁸

Bloque 3: Reacciones químicas		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<p>Equilibrio redox. Tipos de reacciones de oxidación-reducción. Concepto de oxidación-reducción. Oxidantes y reductores. Número de oxidación. Ajuste de ecuaciones de reacciones redox por el método del ion-electrón. Estequiometría de las reacciones redox.</p> <p>Potencial de reducción estándar. Pilas galvánicas. Electrodo. Potenciales de electrodo. Electrodo de referencia. Espontaneidad de las reacciones redox. Predicción del sentido de las reacciones redox.</p> <p>Volumetrías redox. Procedimiento y cálculos.</p> <p>Electrólisis. Leyes de Faraday de la electrolisis. Procesos industriales de electrolisis. Aplicaciones y repercusiones de las reacciones de oxidación-reducción: baterías eléctricas, pilas de combustible, prevención de la corrosión de metales.</p>	<p>Determinar el número de oxidación de un elemento químico identificando si se oxida o reduce en una reacción química.</p> <p>Ajustar reacciones de oxidación-reducción utilizando el método del ion-electrón y hacer los cálculos estequiométricos correspondientes.</p> <p>Comprender el significado de potencial estándar de reducción de un par redox, relacionándolo con el potencial de Gibbs y utilizándolo para predecir la espontaneidad de un proceso entre dos pares redox.</p> <p>Realizar cálculos estequiométricos necesarios para aplicar a las volumetrías redox.</p> <p>Determinar la cantidad de sustancia depositada en los electrodos de una celda electrolítica empleando las leyes de Faraday.</p> <p>Conocer algunas de las aplicaciones de la electrólisis como la prevención de la corrosión, la fabricación de pilas de distintos tipos (galvánicas, alcalinas, de combustible) y la obtención de elementos puros.</p>	<p>Define oxidación y reducción relacionándolo con la variación del número de oxidación de un átomo en sustancias oxidantes y reductoras.</p> <p>Identifica reacciones de oxidación-reducción empleando el método del ion-electrón para ajustarlas.</p> <p>Relaciona la espontaneidad de un proceso redox con la variación de energía de Gibbs considerando el valor de la fuerza electromotriz obtenida.</p> <p>Diseña una pila conociendo los potenciales estándar de reducción, utilizándolos para calcular el potencial generado formulando las semirreacciones redox correspondientes.</p> <p>Analiza un proceso de oxidación-reducción con la generación de corriente eléctrica representando una célula galvánica.</p> <p>Describe el procedimiento para realizar una volumetría redox realizando los cálculos estequiométricos correspondientes.</p> <p>Aplica las leyes de Faraday a un proceso electrolítico determinando la cantidad de materia depositada en un electrodo o el tiempo que tarda en hacerlo.</p> <p>Representa los procesos que tienen lugar en una pila de combustible, escribiendo la semirreacciones redox, e indicando las ventajas e inconvenientes del uso de estas pilas frente a las convencionales.</p> <p>Justifica las ventajas de la anodización y la galvanoplastia en la protección de objetos metálicos.</p>

4.3.2. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LAS EXPERIENCIAS PRÁCTICAS

El criterio de selección que se ha seguido para escoger las diferentes experiencias a desarrollar en las clases de 2º de Bachillerato en la asignatura de Química, han sido:

- En primer lugar que sean experiencias de electroquímica y que a través de ellas puedan aprender y entender los conceptos electroquímicos que están incluidos en dicha asignatura.
- En segundo lugar que sean prácticas, en las cuales se empleen, por lo general, productos y materiales que estén disponibles en nuestras casas o en los laboratorios y sean asequibles económicamente.
- En tercer lugar que las experiencias estén adaptadas a su nivel.
- En cuarto lugar, que algunas de las experiencias que se plantean, puedan realizar en sus casas, cómodamente y cuando ellos puedan, ya que somos conscientes que en este nivel se dispone de menos tiempo al tener la E.B.A.U al finalizar el curso.
- Y por último, pero muy importante, que resulten atractivas para el alumnado, y como resultado motivadoras. Para ello se intentará que todas, o en su mayoría, estén estrechamente relacionadas con la vida cotidiana.

A partir de las experiencias que se proponen se van a desarrollar conceptos como: oxidación-reducción, escalas de potenciales, pila electroquímica, volumetrías, y recubrimiento electrolítico.

4.3.3. COMPETENCIAS

Con las actividades y experiencias prácticas propuestas para este curso se pretende desarrollar las siguientes competencias.

- Competencia en el conocimiento e interacción en el mundo de la química: es decir, comprender los procesos químicos que tienen lugar en su vida cotidiana. Así como encontrar la relación con otras ciencias como la tecnología, biología, etc.
- Competencia digital a través de la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación. Se desarrollará dicha competencia para recabar información, retroalimentarla, simular y visualizar situaciones, obtención y tratamiento de datos, etc.
- Competencia de sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor: se trabaja el espíritu crítico, así como, el enfrentarse a problemas abiertos y construir una solución.
- Competencia social y cívica: formación de futuros ciudadanos a participar en una sociedad democrática para su participación en la toma fundamentada de decisiones.
- Competencia para aprender a aprender: estrechamente relacionada con la forma de construir y transmitir el conocimiento científico.
- Competencia en comunicación lingüística: Emplear apropiadamente, tanto en la lengua materna como en la lengua extranjera el lenguaje científico, tanto oral como escrito.
- Competencia matemática: Utilización del lenguaje matemático para cuantificar los fenómenos y expresar datos. Así como, la resolución de problemas de formulación.
- Competencia de conciencia y expresiones culturales: apreciar nuestra naturaleza y tratar de conservarla.

4.3.4. EXPERIENCIAS PRÁCTICAS

4.3.4.1. Reciclar una pila salina

➤ OBJETIVO

Los principales objetivos de esta experiencia son:

- Comprender las reacciones que tienen lugar dentro de una pila.
- Los componentes de una pila.

Además, se intentará fomentar en los alumnos el sentido de la reutilización.

➤ CONOCIMIENTOS PREVIOS

Como conocimientos previos a esta experiencia, conviene conocer cuáles son sus componentes y cuáles son las reacciones químicas que tienen lugar en su interior. De esta forma sabremos que precauciones debemos tomar durante la experiencia. Para ello, sería útil recordar, aquello que han observado y experimentado en las experiencias realizadas en cursos anteriores.

Para activar los conocimientos previos de esta experiencia se procederá a la siguiente breve actividad que durará unos diez minutos de la primera sesión de este tema:

- El profesor llevará a clase una pila salina, cilíndrica y de tamaño grande. Esta pila rotará de alumno en alumno para visualizarla. Mientras tanto el docente les hará recordar mediante las siguientes cuestiones:
 - ¿Para que se utiliza una pila como esa que tenéis en vuestras manos?
 - ¿Recordáis si había algún tipo de transformación de energías en su interior?
 - ¿Cuáles eran los principales componentes que constituían una pila?

Mediante estas cuestiones el profesor podrá conocer los conocimientos actuales de sus alumnos a cerca de las pilas, para conocer desde donde tiene que partir al desarrollar la experiencia.

➤ VINCULACIÓN CON OTRAS UNIDADES DE LA MATERIA

Esta experiencia está relacionada con la unidad de reacciones de oxidación reducción así como con la espontaneidad de las reacciones redox y la unidad de electrólisis.

➤ RECURSOS EMPLEADOS

Además de guantes, gafas de seguridad y bata se necesita el siguiente material específico:

- Alicates, destornillador y cuchillo
- Pila salina de gran tamaño y forma cilíndrica

➤ DISEÑO DE LA EXPERIENCIA²⁷

Para el diseño de esta experiencia se empleará una sesión de clase y tendrá lugar en el aula. Se realizará por parejas. Esta experiencia constará por un lado del despiece de una pila salina y por otro del aprovechamiento de las partes de la misma.

- Para realizar el despiece de la pila salina, cada pareja se ha tenido que encargar de traer una de sus casas. En sus pupitres irán siguiendo las pautas del profesor e irán extrayendo las diferentes partes de la pila (ver Figura 14)³⁶.

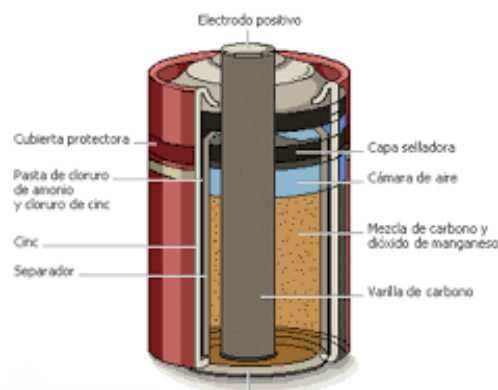


Figura 14: Partes de una pila salina³⁶

1. Retirar el recubrimiento metálico de la pila utilizando unos alicates y un destornillador.
2. Seguidamente retirar el recubrimiento de plástico que protege el electrodo de cinc. Se puede extraer con un cuchillo, con el mismo que se realizará un

corte paralelo al eje del cilindro y otro perpendicular en la zona media. A continuación se extrae el plástico con unos alicates.

3. Posteriormente se extraen las placas metálicas situadas en los polos de la pila, y la tapadera de plástico situada en la parte superior donde se encuentra el polo positivo de la pila.
4. A continuación, se retira una arandela de papel o cartón, que sella el recipiente del contenido de cinc, usando un destornillador.
5. Llegados a este punto ya se podrá ver una pasta negra que contiene dióxido de manganeso, cloruro de amonio y cloruro de cinc y negro de carbón. La forma de extraerlo puede ser con un destornillador.
6. Al vaciar esta pasta quedará al descubierto el electrodo de grafito que también se extraerá y se les aconsejará que lo guarden para experiencias posteriores.
7. Por último, se extrae el papel poroso del interior del recipiente de cinc y se limpian el resto de polvo negro que quede en su interior.

- La segunda parte de esta experiencia consistirá en la indagación de la posibilidad de aprovechar algunas partes de la misma, como por ejemplo en el caso del electrodo de grafito para la electrólisis.

Se cree que al realizar este trabajo de indagación, los alumnos aprendan aún más de cada una de las partes de las que consta una pila, incluyendo las reacciones químicas que ocurren en la misma. También de esta forma se podrá fomentar el hecho del aprovechamiento de los materiales.

La exposición por parejas de las conclusiones y debate de las mismas se realizará al final de una sesión durante diez o quince minutos, para aclarar con el profesor como guía cualquier tipo de duda o mal entendimiento que les haya podido surgir.

➤ CONCEPTOS A DESARROLLAR

Se pretenden desarrollar los conceptos siguientes relacionados con las pilas electroquímicas:

- Partes de las que consta una pila.
- Reacciones redox que tienen lugar en su interior.
- Elementos aprovechables de una pila

4.3.4.2. Recicla tu boli y construye un electrodo de referencia.

Serie galvánica

➤ OBJETIVO

El objetivo específico de esta experiencia es que construyan una serie galvánica. Esto les permitirá entender cómo han sido construidas las que aparecen en los libros y ellos utilizan.

Como objetivo general, se busca, como en la mayoría de experiencias que puedan trabajar en sus casas la experimentación empleando materiales caseros, como es el caso de la construcción de un electrodo de referencia con un bolígrafo. Y con ello buscar la motivación de los alumnos.

➤ CONOCIMIENTOS PREVIOS

Los conocimientos previos de los alumnos para poder entender esta experiencia y los conceptos que la misma conlleva, son, entre otros, las reacciones de oxidación-reducción, así como la medida de la diferencia de potencial entre dos metales diferentes.

Para atraer a la memoria de los estudiantes estos conceptos, se realizará la siguiente actividad en el aula durante aproximadamente quince minutos de la primera sesión:

- El profesor llevará a clase un vaso con agua, diferentes metales, un cable de conexión y un polímetro. En este momento les hará la siguiente cuestión: ¿Qué podemos hacer con este material?
- El docente pedirá voluntarios para que realicen algún tipo de práctica dándole sentido a dicho material. Lo que se espera de estos alumnos es que vayan introduciendo en el vaso de dos en dos diferentes metales, les conectarán y con el polímetro medirán sus diferencias de potencial. Si ninguno de los alumnos, recordase nada de cómo hacerlo, el profesor les guiaría hasta que activaran sus conocimientos.

➤ VINCULACIÓN CON OTRAS UNIDADES DE LA MATERIA

Esta experiencia está estrechamente relacionada con la unidad de reacciones de oxidación-reducción.

➤ RECURSOS EMPLEADOS

Casa/cocina: Para la construcción del electrodo de referencia necesitamos:

- Guantes, bata, bolígrafo, cera fundida de vela, sulfato de cobre, agua, cable eléctrico de cobre, pegamento y filtro del café.

Laboratorio: Para la construcción de la serie galvánica necesitamos:

- Metales que traerán los alumnos: Magnesio, hierro, cinc, aluminio, plata, oro, cobre, estaño, plomo y acero inoxidable. Se les facilitará donde pueden encontrarlo si no tuvieran en sus casas, por ejemplo, el magnesio en papelerías en los sacapuntas, el plomo en tiendas de pesca, etc.
- Cables, pinzas y polímetro o multímetro

➤ DISEÑO DE LA EXPERIENCIA

Esta experiencia está dividida en dos partes, por un lado se construirá un electrodo de referencia casero y por otro se construirá una serie galvánica con ayuda del electrodo construido anteriormente.

- La primera parte de esta experiencia, consiste en construir un electrodo de referencia con un bolígrafo, la realizarán individualmente cada uno en su casa, preferiblemente en la cocina, ya que puede ser la habitación de la casa más parecida al laboratorio. Deben de realizar un video de la realización de la experiencia y enviársela al profesor.

Los pasos²⁷ que deben de seguir para construir el electrodo de referencia de cobre/sulfato de cobre (que es el más económico y accesible de construir), serán:

1. Cogemos un bolígrafo transparente. En primer lugar retiramos el recipiente de tinta y la tapa superior.
2. El orificio lateral del bolígrafo, si es que le hubiera, se tapa con un poco de cera derretida de una vela.
3. Después, se introducirá por el orificio mayor del bolígrafo una disolución saturada de sulfato de cobre (II), para asegurarnos de que estará saturada

se introducen unos cristallitos de esta sal. Lógicamente, tapando el orificio más pequeño del boli con el dedo para que no se vaya la disolución. Se cierra la apertura mayor con el tapón que tiene el bolígrafo para ese orificio.

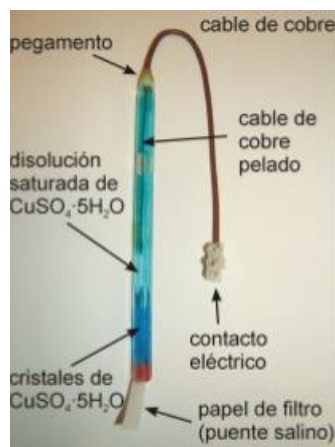


Figura 15: Electrodo Cu/Cu²⁺ construido a partir de un bolígrafo.²⁷

4. A continuación, tomarán un cable conductor de cobre de unos 30 cm, pelarán unos 10 cm del extremo del cable y ese extremo lo introducirán en el bolígrafo por el orificio más estrecho y se sellará con pegamento. De esta forma quedará la funda de plástico totalmente sellada.
5. Para permitir que los iones de la disolución puedan circular, cada vez que se quiera utilizar el electrodo, se introduce unos 5 cm de papel de filtro del café, por el orificio del tapón (ver Figura 15). Una vez utilizado se retira el papel y se cierra de nuevo para que no se evapore la disolución de sulfato de cobre.

Pues bien, una vez construidos los electrodos, para comprobar que están correctamente, cada alumno llevará a clase su electrodo, y por parejas realizarán una medida de potencial entre los dos electrodos, medida que, lógicamente debe de resultar cero. Deberán de explicar porque han obtenido dicho resultado e indagar en la utilidad de un electrodo de referencia.

- La segunda parte de esta experiencia será realizada en el laboratorio durante una sesión de clase. Para que esta experiencia tenga lugar es necesario que los alumnos traigan de sus casas el material escrito en el apartado de recursos. Los alumnos, agrupados por parejas, construirán una serie galvánica. Para realizar esta experiencia no se les dará indicaciones del procedimiento, simplemente se les ha pedido que traigan ese material y lo que tienen que construir. Ellos deben de construir la tabla de potenciales de mayor a menor potencial. Si tienen alguna duda

para realizarlo tendrán a su disposición las TIC para hacer todo tipo de consulta. El profesor tan sólo se limitará a observar e intentar reconducir a aquellos que se desvíen del objetivo.

Los últimos diez minutos de esa sesión, serán empleados para realizar unos breves comentarios entre todos los alumnos sobre la utilidad de esta escala de potenciales y las conclusiones obtenidas.

➤ CONCEPTOS A DESARROLLAR

Se pretende que asimilen los conceptos de:

- Potencial electroquímico
- Electrodo estándar de referencia
- Serie galvánica

4.3.4.3. ¿Fabricamos una pila?

➤ OBJETIVO

El objetivo fundamental es enseñar a los alumnos como funciona una pila fabricando ellos mismos una.

Hoy en día, los estudiantes utilizan las pilas diariamente, pues se encuentran en cualquier dispositivo eléctrico o electrónico, y el conocer cómo es capaz de transformarse la energía química en energía eléctrica puede resultar motivador.

➤ CONOCIMIENTOS PREVIOS

En este momento, el alumnado de este curso debería de conocer las partes de una pila, así como su montaje; ya que se ha trabajado tanto en cursos anteriores con una breve introducción al tema, como en este mismo curso en alguna experiencia anterior.

- Esta actividad será desarrollada en el aula de informática durante la mitad de una sesión. Consistirá en el manejo de una serie de laboratorios virtuales (ver Figura 16)^{37,38} para trabajar con los componentes y montajes de una pila.

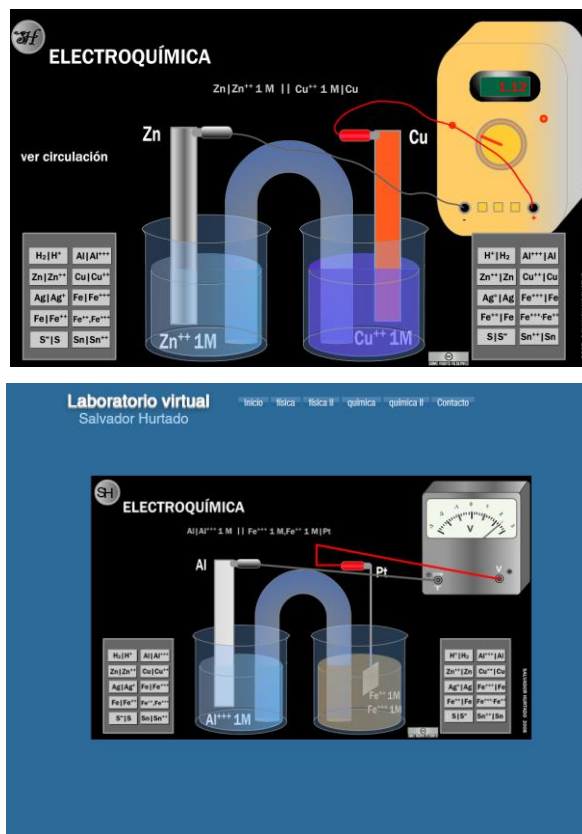


Figura 16: Laboratorios virtuales de pilas electroquímicas^{37,38}

➤ VINCULACIÓN CON OTRAS UNIDADES DE LA MATERIA

Los conceptos que se desarrollan en esta experiencia se encuentran relacionados con las unidades de:

- Espontaneidad de las reacciones redox
- Reacciones de oxidación-reducción
- Electrólisis.

➤ RECURSOS EMPLEADOS

- Aula de informática
- Cocina de los alumnos: Materiales y productos caseros, como los del ejemplo de la pila realizada con un sacapuntas, vinagre y una tubería de cobre.
- Cámara de vídeo o teléfono móvil para grabar, USB, ordenador y conexión a internet.

➤ DISEÑO DE LA EXPERIENCIA

Esta experiencia se propondrá como TPC, por tanto se realizará en el laboratorio de sus casas, es decir, en sus cocinas.

El planteamiento de la actividad es el siguiente:

- Tendrán que construir una pila casera, y como su nombre indica, con materiales y productos domésticos. Para guiarles un poco se les mostrará un ejemplo de una pila casera²⁷ construida con:
 - Un sacapuntas de una aleación que contiene magnesio sumergido en una disolución de vinagre y un trozo de una tubería de cobre sumergida en una disolución de sulfato de cobre (II). Se conectan ambas disoluciones con un puente salino construido con papel de filtro mojado de una disolución saturada de cloruro sódico (sal). Y se conectará a un polímetro o a un led para comprobar si la pila funciona. (ver Figura 17)²⁷



Figura 17: Pila casera con sacapuntas de magnesio y tubería de cobre²⁷

- Se propondrá como reto lo siguiente: el alumno que construya la pila más original y a la vez con mayor potencial, obtendrá un punto más en la nota final de la tercera evaluación. Se supone que para lograr ese mayor potencial deberían de revisar la tabla de potenciales construida en la experiencia 4.3.3.2 y estudiar cuales ofrecerían mayor rendimiento.
- Para que el profesor pueda evaluar esta experiencia, los alumnos que quieran obtener ese punto en la nota final, deberán enviarle un video con la realización de la experiencia. Además deberán enviar un pequeño informe con las reacciones que ocurren en el ánodo, el cátodo y la reacción global de la pila.

➤ CONCEPTOS A DESARROLLAR

Se pretende que comprendan y sean capaces de justificar:

- Las partes de una pila
- Las reacciones químicas que ocurren en su interior: oxidación-reducción
- La transformación de la energía química en energía eléctrica

4.3.4.4. **Electrólisis del cloruro de cinc**

➤ OBJETIVO

Con esta experiencia se pretende que:

- Los alumnos aprendan el fenómeno de la electrólisis mediante la realización de la práctica e indagando sobre diferentes alternativas.
- Demostrar que se pueden realizar experiencias de electroquímica en casa haciendo uso de materiales y sustancias fácilmente accesibles y asequibles.

➤ CONOCIMIENTOS PREVIOS

Para poder realizar y comprender con éxito esta experiencia es necesario que los alumnos recuerden, al menos, todos los conocimientos trabajados en las experiencias anteriores y cursos anteriores.

Para activar las ideas previas se recurrirá a una técnica de trabajo cooperativo llamada lápices al centro. A alguien le puede parecer una técnica más propia para la E.S.O, pero es posible que llegados a esta parte del temario estemos cerca de la tercera evaluación de segundo de bachillerato, en la cual todos los alumnos están cansados y estresados, no les vendrá mal un poco de relajación a la vez que aprenden.

La actividad se realizará en el aula durante una sesión y consistirá en:

1. Se harán grupos de cinco o seis personas, dependiendo del número de alumnos en clase y se sentarán juntos.
2. Todos los miembros de cada grupo colocarán su bolígrafo o lápiz en el centro de las mesas, esto significa, que en un principio, sólo podrán hablar entre ellos.
3. El profesor les repartirá un papel en el que habrá una serie de cuestiones a cerca de los conocimientos previos que deberán recordar. Algunas cuestiones pueden ser:

- ¿Cuándo una reacción era espontánea?
- ¿Ocurrían en las pilas procesos espontáneos?
- ¿Existe algún proceso en electroquímica que no sea espontáneo?
- ¿Cuántos procesos de electroquímica conocéis en los que ocurran reacciones redox?

4. Cada miembro del grupo se hará cargo de una cuestión y será el primero en responderla y argumentarla ante sus compañeros del grupo y a continuación siguiendo siempre el mismo orden el resto de compañeros irán expresando su opinión.
5. Una vez que hayan hablado todos los miembros del grupo, debatirán hasta estar de acuerdo, y cuando lo estén el alumno encargado de dicha pregunta podrá coger un lápiz para escribirla.
6. Así sucesivamente hasta contestar todas las cuestiones.

➤ VINCULACIÓN CON OTRAS UNIDADES DE LA MATERIA

Se trata de una experiencia transversal con unidades de la asignatura de química como:

- Reacciones ácido-base
- Reacciones oxidación-reducción
- Pilas

➤ RECURSOS EMPLEADOS

- Aula y material escolar para la realización de la actividad de activación de conocimientos previos.
- Cocina de los alumnos: Productos y materiales caseros como:
 - Recipiente de vidrio
 - Electrodo de grafito
 - Cable de cobre
 - Plastilina
 - Agua fuerte o sulfamant
 - Cinc
 - Cables
 - Fuente de alimentación: pila

➤ DISEÑO DE LA EXPERIENCIA

Esta experiencia va a pedirse como TPC, por ello, tendrán que realizarlo en sus casas. La actividad será realizada, preferiblemente, por parejas, las mismas parejas que para la experiencia 4.3.3.1, en la que tuvo lugar el reciclado de la pila, ya que

deben de reutilizar el cinc y los electrodos de carbono que extrajeron de la pila en la experiencia.

El profesor les proporcionará unas indicaciones para realizar la experiencia, pero en dichas indicaciones se encontrarán con problemas sin solucionar que deben de indagar y solventar. Se valorará más aquella experiencia que tome caminos alternativos a los proporcionados por el profesor. Esto es, pueden variar la disolución de electrolito, los electrodos, etc, eso si, siempre y cuando sean todos los materiales y reactivos, caseros y de fácil manejo y accesibilidad.

La secuencia de pasos²⁷ proporcionada por el profesor es:

1. En un vaso o cualquier recipiente de cristal se prepara una disolución de cloruro de cinc, que será la disolución de electrolito. En este paso, deberán de indagar como preparar esta disolución con productos caseros (una de las ideas, que deberían de encontrar, es disolver un trozo de cinc de los que extrajeron de la pila en ácido clorhídrico, que es el agua fuerte o sulfúrico que pueden encontrar en cualquier supermercado si no tuvieran en sus casas). Se debe advertirles que es conveniente que lo realicen en un lugar con bastante ventilación.
2. Tendrán que anotar las reacciones que ocurren al preparar dicha disolución.
3. A continuación, se introducirá un electrodo de carbono (extraído de la pila) y un electrodo de cobre (filamentos de un cable eléctrico de cobre).
4. En el extremo que queda por fuera de la disolución de cada electrodo se pega un poco de plastilina para que sirva de enganche con los cables que van a ir a la fuente de alimentación. El polo negativo de la fuente debe de enlazarse al electrodo de cobre y el polo positivo al electrodo de grafito. (ver Figura 18)²⁷

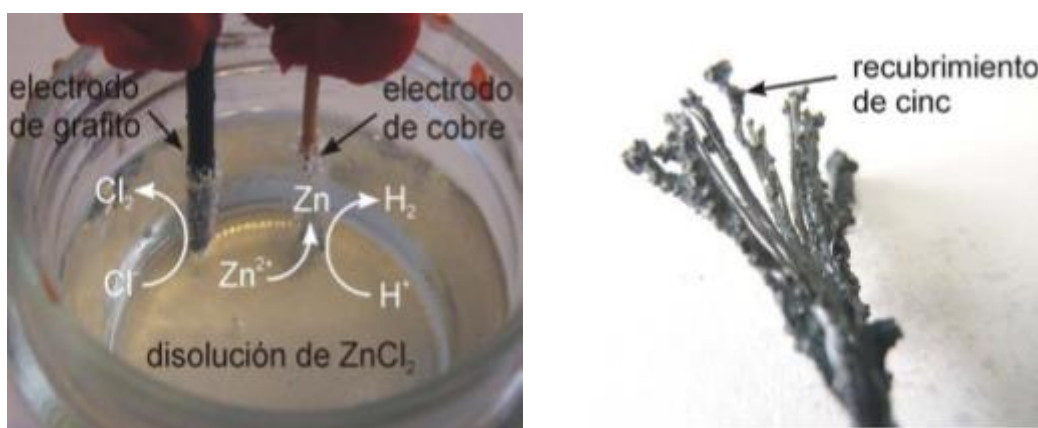


Figura 18: Electrolisis de cloruro de cinc y electrodo de cobre recubierto de cinc²⁷

5. En cuanto se conecten los electrodos a la fuente de alimentación deben de anotar y explicar todo lo que observen. Escribiendo todas las reacciones oxidación reducción que tienen lugar, así como su reacción iónica global ajustada por el método del ión-electrón. Es conveniente practicar este tipo de ejercicios puesto que es muy probable que lo tengan que resolver en la prueba de acceso a la universidad. Y como siempre realizarlo a partir de una experiencia previa puede facilitar el aprendizaje.
6. Esta actividad debe de ser grabada y enviada al profesor para poder ser calificada y solventarles de forma crítica aquellos problemas que hayan podido tener. Si el profesor apreciase que aún sigue habiendo dudas, se realizará una sesión de debate para tratar de solucionarse las dudas entre todos.

Lo sorprendente de esta experiencia es que los trozos de cinc que se añaden al ácido clorhídrico desaparecen para luego reaparecer sobre el cátodo en su forma metálica original.

➤ CONCEPTOS DESARROLLADOS

Se pretende que entiendan conceptos y procesos químicos como:

- Disolución de electrolitos
- Electrolito
- Reacciones redox
- Espontaneidad de las reacciones químicas
- Electrólisis
- Recubrimiento electrolítico

4.3.4.5. ¿Analizamos nuestros suelos? Valoraciones redox

➤ OBJETIVO

Los objetivos de esta experiencia tanto específicos como generales son:

- Aprender a realizar una valoración redox.
- Incluir las TIC en la experiencia como instrumento educativo.
- Comprobar la relación directa entre su día a día y la química.
- Aprender a trabajar en el laboratorio, ahora sí, como auténticos profesionales, es decir, respeto al compañero, conocimientos y manejo del material del laboratorio y sus técnicas, precauciones, etc.
- Aplicar todos los conocimientos adquiridos hasta el momento sobre electroquímica, puesto que esta experiencia se planteará cuando el curso esté cercano a su finalización.

➤ CONOCIMIENTOS PREVIOS

En este momento del curso de segundo de bachillerato deben de manejar y comprender el ajuste de las reacciones redox para poder aplicarlas a la valoración, es decir, que después de realizar la experiencia ellos mismos sean capaces de tomar los datos, realizar el ajuste de la reacción por el método del ión-electrón y realizar los cálculos pertinentes.

Como las reacciones de oxidación-reducción deben de conocerlas cuando se plantea esta experiencia, con la actividad de activación de conocimientos previos, se va a tratar de que los alumnos recuerden como se hacía una valoración ácido-base. Si recuerdan esta apropiadamente les será muy fácil realizar esta experiencia.

- La actividad propuesta para la activación de ideas previas se trata de ver un vídeo³⁹ sobre una práctica de valoración ácido-base. Esta actividad se realizará en el aula y se dedicará tan solo unos quince minutos de una sesión puesto que el vídeo tiene una duración de 7:38 minutos. Luego se hará un pequeño debate con los alumnos para comprobar que se ha entendido todo correctamente.



Figura 19: Valoración ácido-base³⁹

➤ VINCULACIÓN CON OTRAS UNIDADES DE LA MATERIA

Las valoraciones redox están muy relacionadas con:

- Las valoraciones ácido-base, por ello está vinculado a la unidad de reacciones de transferencia de protones.
- La unidad de reacciones de oxidación-reducción

➤ RECURSOS EMPLEADOS

Se hará uso de:

- Aula del grupo de alumnos, en la cual se necesitará un ordenador, conexión a internet y un proyector.
- Aula de informática
- Laboratorio, donde se necesitará el uso de gafas protectoras, bata, guantes y el siguiente material y reactivos necesario para realizar la valoración :
 - Bureta
 - Matraz erlenmeyer
 - Placa eléctrica
 - Pipeta
 - Vaso de precipitados
 - Pinzas y soporte para la bureta
 - Agua destilada
 - Ácido sulfúrico
 - Permanganato potásico

➤ DISEÑO DE LA EXPERIENCIA

En esta experiencia se van a incluir dos actividades:

- Actividad 1: Se va realizar en el aula de informática durante 35 minutos después de la actividad de activación de ideas previas. En esta parte se va a trabajar individualmente con un simulador virtual de valoraciones de oxidación-reducción (ver Figura 20)⁴⁰, para ir tomando contacto con la experiencia.

Investigación - Laboratorio

Valoraciones redox

Utilizando el simulador siguiente puedes realizar tres valoraciones redox diferentes. El procedimiento es el mismo que seguiste en el caso del vinagre.

Comenzando por la permanganimetría, vas a determinar la concentración de una disolución de iones Fe(II). En primer lugar, haz una valoración aproximada, añadiendo de 5 mL en 5 mL hasta que cambie el color de forma permanente. Repite el proceso añadiendo la cantidad que consideres adecuada de golpe, y después de mL en mL. Por último, tras añadir el volumen adecuado de golpe, vas añadiendo gota a gota. Con el dato definitivo del volumen añadido, calcula la concentración a determinar.

Repite el proceso con las otras dos valoraciones.

Redox Titration in Acidic Medium

Oxidizing Agent

KMnO₄

K₂Cr₂O₇

I₂

Reducing Agent

Fe²⁺

Sn²⁺

S₂O₃²⁻

1. Select the Reaction

Total Volume of K₂Cr₂O₇ [] ml

2. Push Slider Up to Add a Volume of K₂Cr₂O₇ [] ml

Molarity of K₂Cr₂O₇ 0.13780 M

3. After Titration, Calculate and Enter Molarity of Sn²⁺ [] M

OK

Dropwise

3Sn²⁺ + Cr₂O₇²⁻ + 14H⁺ → 3Sn⁴⁺ + 2Cr³⁺ + 7H₂O

Reset

Volume of Sn²⁺ 25.00 ml

Figura 20: Simulador de Valoraciones redox⁴⁰

- Actividad 2: Se realizará en el laboratorio durante una sesión. La experiencia se propondrá en grupos de tres personas. Consistirá en calcular el porcentaje en masa de hierro que contienen sus suelos. Para ello el profesor les proporcionará algunas indicaciones, pero no todas puesto que con la actividad realizada con el simulador habrán aprendido como realizar una valoración.

La experiencia consistirá en:

1. Los alumnos deberán de llevar a clase una pequeña porción del suelo que deseen analizar.

2. Se distribuirán en grupos de tres y entre ellos deben coordinarse para llevar a cabo la experiencia.
3. Comenzarán disolviendo unos 0,3g de la muestra pulverizada en 20ml de ácido sulfúrico y unos mililitros de agua destilada. Se podrán ayudar de una placa eléctrica hasta su total disolución.
4. A partir de este instante el alumnado deberá de realizar el proceso de valoración sin ningún tipo de guía proporcionada por el profesor, sino a partir de lo aprendido en el simulador de la actividad 1.
5. Una vez realizada la valoración, habiendo apuntado todo lo que observan y todos los datos obtenidos, deberán realizar el ajuste de la reacción redox mediante el método del ión-electrón y los cálculos estequiométricos necesarios para calcular el porcentaje de hierro en la muestra de suelo. Es muy importante que dominen este apartado, pues es probable que tengan que realizar un ejercicio similar en la evaluación de acceso a la universidad.
6. Los últimos diez minutos de la sesión serán destinados a una puesta en común de los resultados y conclusiones entre todos los compañeros de la clase.

➤ CONCEPTOS A DESARROLLAR

Se pretende que entiendan:

- Cómo se hace una valoración oxidación-reducción
- Aplicaciones de las valoraciones oxidación-reducción, principalmente las más cercanas a la vida de los estudiantes
- Ajustar correctamente reacciones redox
- Realizar cálculos estequiométricos

5. CONCLUSIONES

Uno de los aspectos fundamentales en la enseñanza de la física y química a lo largo de la educación secundaria y bachillerato es la escasez de experiencias prácticas que tienen lugar a lo largo de los cursos. Por ello en este trabajo fin de máster se recogen algunas experiencias, enfocadas, en su mayoría, de forma innovadora, que permitan introducir cambios en la metodología de la física y química.

En general se piensa, que realizar prácticas es perder el tiempo, y esto no es así si se les da un enfoque adecuado. Se puede pensar que con una enseñanza tradicional se puede explicar en la mitad de tiempo, pero si somos coherentes y recapitamos, apreciaremos que la clase no avanza con fluidez puesto que han podido quedar lagunas, y aunque no haya sido así, a los alumnos les acoge la desmotivación, puesto que muchas veces piensan que lo que están estudiando no vale para nada.

Como se habrá podido apreciar, a lo largo de este trabajo, se ha ido haciendo hincapié constantemente en los conocimientos previos. Se consideran imprescindibles para un buen aprendizaje. Es muy importante que los profesores partan de las ideas previas de sus alumnos, nada se gana con pasar cosas por alto que se supone que ya se saben, pero no se han comprobado con una actividad de activación de conocimientos previos. Y tampoco es necesario empezar en todos los niveles con la misma base, puesto que, si en su mayoría se domina, los alumnos caen en el aburrimiento y la desmotivación.

Se han propuesto una serie de experiencias prácticas relacionadas con distintos conceptos electroquímicos que facilitan el aprendizaje del alumno y sirvan de complemento a la clase tradicional. Las actividades propuestas se plantean siguiendo metodologías docentes, como por ejemplo, el método docente aprendizaje basado en problemas (ABP), dónde se pone al alumno como protagonista de su propio aprendizaje. Para que el aprendizaje sea significativo a la hora de plantear las diferentes experiencias se incide en los conocimientos previos en los que nos basamos y sirven de base a la adquisición de nuevos conceptos.

Las experiencias se han planteado de manera progresiva para las asignaturas Física y Química de 3º de la ESO y 1º de Bachillerato, y Química de 2º de Bachillerato. De este modo se puede avanzar en la complejidad de los conceptos teniendo como punto de partida los adquiridos a un nivel anterior.

Para potenciar el interés del alumnado por la ciencia se han propuesto prácticas de química relacionadas con actividades cotidianas y familiares (cocina, limpieza, salud, estética), y experiencias básicas para que ayuden a los estudiantes a asimilar

conceptos básicos de electroquímica (quién actúa como cátodo, quién como ánodo en una celda electroquímica , etc).

Se espera que después de haber leído este trabajo, profesores y futuros profesores de E.S.O y Bachillerato, queden motivados para complementar sus clases con este tipo de experiencias prácticas. A través de este texto, se puede comprobar que no es necesario hacer el uso continuado del laboratorio del instituto ni de materiales y productos inaccesibles y costosos económicamente, para que los alumnos entiendan la química como algo interesante, cotidiano y motivador.

En definitiva, se ha tratado de planificar unas sesiones académicas, reales, innovadoras y sobre todo, motivadoras, para el alumnado.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. De Jong, O. “La investigación activa como herramienta para mejorar la enseñanza de la Química: Nuevos enfoques”. *La Enseñanza de las Ciencias*, **1996**, *14*, 279.
2. James, Q. “Electrochemistry in the General Chemistry Curriculum”. *Fundamentals of Electrochemistry, Journal of Chemical Education*, **1983**, *60*, 259.
3. Conway, B.E.; Salomon, M. “Electrochemistry: Its Role In Teaching Physical Chemistry”. *Journal of Chemical Education*, **1967**, *44*, 554.
4. Rosado, L; Herreros, J.R. “Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física “. *Recent Research Developments in Learning Technologies*, **2005**, 1.
5. Lorandi Medina,A.P; Hermida Saba,G; Silva, J.H; Ladrón, E. “Los Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Ingeniería”. *Revista Internacional de Educación en Ingeniería*, **2011**, *4*, 24.
6. Ley Orgánica 8/2013, 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE).
7. ORDEN EDU/362/2015, 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.
8. ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León.
9. Campanario, Juan Miguel y Moya, A. “¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas”. *Enseñanza de las ciencias*, **1999**, *17*, 179.
10. Metodología del aprendizaje basado en problemas.
http://www.ub.edu/dikasteia/LIBRO_MURCIA.pdf
11. Aprendizaje significativo y constructivismo.
<http://www.alexduve.com/2011/04/constructivismo-y-aprendizaje.html>

12. Aprendizaje y desarrollo de la personalidad. Asignatura del Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas impartida por Dr. José-María Román. Curso 2016/2017
13. Tayupe, A. Ideas previas y cambio conceptual.
<http://www.monografias.com/trabajos75/ideas-previas-cambio-conceptual/ideas-previas-cambio-conceptual2.shtml>
14. R. Pozo Municio, J.I. “Aprendices y maestros”. **1999**. Alianza Editorial.
15. Metales oxidados y no oxidados.
https://www.google.es/search?q=metal+antes+y+despues+de+ser+oxidado&hl=es&rlz=1T4GGNI_esES500ES500&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKewjh9
16. Mahiques Aguado, S. “Reacciones químicas con productos de uso doméstico”. *Como motivar a los estudiantes mediante actividades científicas atractivas*.
<http://www.cac.es/cursomotivar/resources/document/2009/27.pdf>
17. La pila limonera:
https://www.google.es/search?q=pila+hecha+con+limones&hl=es&rlz=1T4GGNI_esES500ES500&source=lnms&tbm=isch&sa=
18. Carbó P; García, M; Desco, C; Mota Caparrós, M. “La pila limonera”. *Como motivar a los estudiantes mediante actividades científicas atractivas*.
<http://www.cac.es/cursomotivar/descargas2014/la-pila-limonera.pdf>
19. Pérez Real, E. “Recubrimiento electrolítico”. *Como motivar a los estudiantes mediante actividades científicas atractivas*.
<http://docplayer.es/11352029-Recubrimiento-electrolitico.html>.
20. Simulador de electrólisis.
http://media.pearsoncmg.com/bc/bc_0media_chem/chem_sim/html5/Electro/Electro.php
21. Simuladores de cambios de estado.
<http://www.educaplus.org/game/cambios-de-estado-del-agua>

http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/estados/cambios.htm

22. Sencillo simulador de enlace químico.

http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/enlaces/activfinal.htm

23. Vela derriéndose.

<https://www.google.es/search?q=vela+derriti%C3%A9ndose&source=lnms&tbn>

24. Bueso, L; Ortiz, V. “¿Cambio físico o cambio químico?

Como motivar a los estudiantes mediante actividades científicas atractivas.

http://www.cac.es/cursomotivar/descargas2015/Cambio_fisico_o_cambio_quimico.pdf

25. Simuladores para trabajar la concentración de las disoluciones.

https://phet.colorado.edu/sims/html/concentration/latest/concentration_es.html

https://phet.colorado.edu/sims/html/molarity/latest/molarity_es.html

26. Medida de la conductividad de una disolución.

<https://www.google.es/search?q=medida+de+la+conductividad+del+agua+con+una+pila+y+bombilla&hl>

27. Heredia Avalos, S. “Experiencias divertidas de electroquímica caseras”. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2007, 4, 506.

28. Simulador de formulación inorgánica.

http://www.alonsoformula.com/inorganica/osformulas_1.htm

29. Simulador de formulación inorgánica

<http://iesbinef.educa.aragon.es/fiqui/applets/FormulInorg.htm>

30. Díaz Escalera, M. “Descomposición del agua oxigenada”. *Experimentos caseros de física y química*.

<http://fq-experimentos.blogspot.com.es/2008/08/descomposicin-del-agua-oxigenada.html>

31. Descomposición agua oxigenada.
<http://experimentoscaseros.net/2012/04/descomponer-agua-oxigenada-experimento-facil/>
32. Minas del río tinto.
<https://www.google.es/search?q=minas+del++rio+tinto&tbm=isch&source=lnms&sa>
33. Deshidratación del ácido sulfúrico.
https://www.google.es/search?q=deshidratacion+del+azucar+con+acido+sulfurico&hl=es&rlz=1T4GGNI_esES500ES500&source=lnms&tbm=isch&sa
34. De la Fuente Mendoza, M. “Efectos de la corriente eléctrica: térmico, magnético y químico”.
Como motivar a los estudiantes mediante actividades científicas atractivas.
<http://www.cac.es/cursomotivar/resources/document/2011/4.pdf>
35. Conductividad de las disoluciones.
<https://www.google.es/search?q=conduccion+de+corriente+electrica+de+las+disoluciones&hl>
36. Pila salina.
<https://www.google.es/search?q=construccion+de+una+pila+casera+entre+tuber%C3%ADa+y+sacapuntas&hl>
37. Laboratorio virtual de pilas.
<http://labovirtual.blogspot.com.es/search/label/Escala%20de%20potenciales%20de%20reducci%C3%B3n>
38. Laboratorio virtual de pilas. <http://po4h36.wixsite.com/laboratoriovirtual/blank-9>
39. Vídeo valoración ácido-base. <https://www.youtube.com/watch?v=Zps36BWNf5M>
40. Simulador de Valoración redox.
http://iesdmiac.educa.aragon.es/departamentos/fq/ asignaturas/quimica2bac/materia/aldeaula/QUI2BAC%20Tema%206%20Reacciones%20redox%20y%20electroquimica/5_volumetras_redox.html

BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL (libros de texto):

- P.W. Atkins. *Química General*; Ediciones Omega, 1992.
- Duñach, M; Masjuan, M.D; Costafreda, E.M; Hernández, A. *Física y Química*, 3º E.S.O.; Ed.Casals, 2015
- Cardona, A.R; García, J.A; Peña,A; Pozas, A; Vasco, A.J. *Física y Química*, 4º E.S.O; Ed. McGrawHill, 2008.
- Sánchez Gimeno, M.R; López, A.G; Suárez García, M. *Física y Química*, 1º de Bachillerato; Ed. Edebé, 1998.
- Pozas Magariños, A; Martín Sánchez, R; Rodríguez Cardona, A; Ruiz Sáenz de Miera, A. *Química*, 2º de Bachillerato; Ed. McGrawHill, 2009.
- García Pozo, T; García-Serna Colomina, J.R. *Química*, 2º de Bachillerato; Ed. Edebé, 1999.
- Fidalgo Sánchez, J.A; Fernández Pérez, M.R. *Química*, 2º de Bachillerato; Ed. Everest, 2003.