

# TRABAJO FIN DE MÁSTER.



## EXPERIMENTOS DE CÁTEDRA DE QUÍMICA PARA 1º DE BACHILLERATO.

**Alumno:** Jesús Hontiyuelo Rodríguez.

**Tutor:** Dr. Manuel Bardají Luna.



## Índice

Resumen.....	9
Abstract .....	9
Introducción: .....	13
Objetivos .....	14
Experimentos .....	15
Explicación previa.....	15
Sublimación del yodo .....	17
1. Contextualización .....	17
2. Material necesario .....	17
3. Presupuesto .....	17
4. Explicación.....	17
5. Desarrollo experimental.....	18
6. Posibles preguntas para proponer a raíz de la realización del experimento .....	19
7. Consejos y aclaraciones para el profesor .....	21
8. Metodología .....	21
9. Temporalización .....	22
10. Objetivos .....	22
11. Contenidos .....	22
La col lombarda como indicador ácido base .....	25
1. Contextualización .....	25
2. Material necesario .....	25
3. Presupuesto .....	25
4. Explicación.....	26
5. Desarrollo experimental.....	28
6. Posibles preguntas para proponer durante la realización del experimento.....	29
7. Consejos y aclaraciones para el profesor:.....	32
8. Metodología .....	33
9. Temporalización .....	33
10. Objetivos .....	34
11. Contenidos .....	34
Reacción entre el CuO y el Zn.....	37
1. Contextualización .....	37
2. Material necesario .....	37

3.	Presupuesto .....	37
4.	Explicación.....	38
5.	Desarrollo experimental.....	40
6.	Posibles preguntas para proponer durante la realización del experimento.....	41
7.	Consejos y aclaraciones para el profesor:.....	43
8.	Metodología .....	44
9.	Temporalización .....	44
10.	Objetivos .....	45
11.	Contenidos .....	45
	Moneda de cobre, oro y plata.....	47
1.	Contextualización:.....	47
2.	Material necesario: .....	47
3.	Presupuesto .....	47
4.	Explicación.....	48
5.	Desarrollo experimental.....	48
6.	Posibles preguntas para proponer durante la realización del experimento:.....	49
7.	Consejos y aclaraciones para el profesor .....	52
8.	Metodología .....	52
9.	Temporalización .....	54
10.	Objetivos .....	54
11.	Contenidos .....	54
	Reacciones de precipitación.....	57
1.	Contextualización .....	57
2.	Material necesario .....	57
3.	Presupuesto .....	57
4.	Explicación.....	57
5.	Desarrollo experimental.....	59
6.	Posibles preguntas para proponer durante la realización del experimento.....	59
8.	Metodología .....	62
9.	Temporalización .....	62
10.	Objetivos .....	63
11.	Contenidos .....	63
	Atención a la diversidad .....	67
	Evaluación .....	69

Valoración personal .....	73
¿Por qué son importantes los experimentos de cátedra? .....	73
¿Por qué no se dedica el suficiente tiempo a las experiencias de cátedra? .....	74
Conclusiones .....	76
Bibliografía: .....	79
Anexo: Física y Química en 1º de bachillerato .....	83
Objetivos .....	83
Contenidos .....	84
Contenidos estructurados en unidades didácticas .....	87
Criterios de evaluación.....	87



# *Resumen*



## Resumen

Las últimas tendencias dentro del mundo de la educación hablan de la necesidad de introducir elementos en la enseñanza que permitan a los estudiantes generar una motivación hacia un determinado campo del conocimiento. En concreto, para las asignaturas de ciencias (Biología, Tecnología, Física y Química), se suele buscar dicho elemento motivador en las experiencias de laboratorio, ya estén enfocadas como prácticas en grupo o como experiencias de cátedra. En este trabajo se plantean una serie de experiencias de laboratorio desarrolladas como experiencias de cátedra, en las que el profesor realiza un experimento para los alumnos con el fin de ilustrar un concepto tratado de forma teórica. Para ello se describirán una serie de experimentos adaptados al nivel de 1º de bachillerato, haciendo un análisis completo de los mismos (contextualización, materiales, presupuesto para la implantación de la práctica, contenido teórico, desarrollo experimental, posibles preguntas, consejos para el docente, metodología, contenidos, objetivos, atención a la diversidad y evaluación) con vistas a su posible implantación en el seno de una clase de dicho nivel. Todos los experimentos citados en este trabajo han sido llevados a cabo durante el periodo del "Prácticum" del curso 2014/2015 en el instituto I.E.S. Ribera de Castilla, tanto para el nivel de 1º de bachillerato como para otros niveles de la E.S.O. y 2º de bachillerato. Por ello, el contenido del mismo está ubicado en el contexto real de una clase de 1º de bachillerato y basado en las experiencias del docente y reacciones del alumnado frente a dichos experimentos.

## Abstract

The latest trends in the world of education point to the need to introduce elements in education that allow students to generate a motivation for a particular field of knowledge. Specifically, for science subjects (Biology, Technology, Physics and Chemistry), is usually to find that motivating element in laboratory experiences, whether focused as group practices or academic experiences. This paper raises a number of laboratory experiments carried out as academic experiences, where the teacher performs an experiment for students in order to illustrate a theoretical concept, that was previously studied. In this paper some academic experiences for 1st of baccalaureate will be exposed, making a complete analysis of them (contextualization, materials, budget for the implementation of practical, theoretical content, experimental development, possible questions, tips for teachers will be described, methodology, content, objectives, attention to diversity and evaluation) trying to explain them to be used in a real class of 1st of baccalaureate. All experiments reported in this paper have been carried out during the period of the "Practicum, that was done in "Ribera de Castilla"

high school. Therefore, the content thereof is located in the real context of a class 1 high school and based on the experiences of teachers and pupils when the experiments were done during the Practicum.

*Experimentos de  
cátedra*



## Introducción:

Tanto los docentes en activo, como los estudiantes que enfocamos nuestro futuro profesional a la enseñanza de asignaturas de ciencias, en el caso que nos ocupa, de Física y Química, solemos coincidir en la importancia de dedicar una serie de horas lectivas al desarrollo de experiencias de laboratorio que permitan observar y aplicar los conceptos teóricos tratados en clase a la resolución de problemas que se plantean de forma práctica. Para que dichas actividades experimentales cumplan el objetivo con el que se proponen, es necesario que el docente, más allá de tener un dominio pleno de los contenidos tratados, sea capaz de adaptar dichos contenidos al nivel que se estipula en cada uno de los cursos de la E.S.O. y bachillerato, permitiendo que el aprendizaje a través de las experiencias prácticas sirva como elemento motivador, rompiendo, en la medida de lo posible, con la rutina de las clases teóricas. Uno de los planteamientos que pueden seguirse a la hora de realizar actividades de corte experimental, es el de hacer experimentos de cátedra, los cuales, son experimentos que ilustran o complementan una explicación teórica y que son realizados por parte del docente en este caso a modo de demostración para el alumnado.

Como se ha citado anteriormente, se buscará hacer hincapié en la importancia de las experiencias de cátedra como elemento motivador del alumnado, así como en las posibilidades que ofrecen este tipo de experiencias al estudiante fuera del ámbito estrictamente teórico, permitiendo que el estudiante observe unos hechos que pueden ser explicados y argumentados haciendo uso de los conocimientos de los que dispone y de los conocimientos introducidos en la teoría (aunque también se puede plantear el caso inverso, en el que la experiencia de cátedra da pie a la introducción y desarrollo de unos contenidos teóricos). Además, este tipo de actividades presentan la gran ventaja de que si se plantean de forma correcta por parte del docente, pueden hacer que aquel estudiante que presenta problemas con la asignatura, tanto de actitud como de capacidad, muestre otro tipo de comportamiento y disposición frente a los contenidos, ya que en algunos casos, la espectacularidad de los hechos que tienen lugar durante la realización del experimento, llaman la atención de todos los alumnos y permiten dar un enfoque distinto a la asignatura.

En este trabajo se recogen diferentes experimentos de Química pensados para ser llevados a cabo en una clase de 1º de bachillerato. Los experimentos de cátedra que se citan a continuación han sido puestos en práctica en el seno de una clase real de este curso académico durante el periodo del Prácticum, por lo que se incluirán valoraciones personales y observaciones, las cuales, se basarán en el desarrollo de los propios experimentos y en la

reacción del alumnado frente a los mismos. Todo el contenido de los experimentos, tanto teórico como experimental, ha sido adaptado para ser impartido en una clase de 1º de bachillerato, teniendo en cuenta los medios materiales y económicos de los que puede disponer un centro promedio de enseñanza secundaria obligatoria. Los experimentos de cátedra citados en este trabajo, abordan contenidos que van desde la diferenciación entre un proceso físico de uno químico, hasta el estudio de las aleaciones, pasando, tanto por el estudio los diferentes tipos de reacciones químicas atendiendo a diversos criterios de clasificación, como por la introducción de conceptos básicos (mol, masa molar, concentración...), necesarios para la resolución de problemas asociados a dichos experimentos. Por otro lado este tipo de experiencias generan un clima óptimo para que surjan multitud de preguntas, lo que permite enlazar contenidos multidisciplinares con los contenidos propios de la asignatura, haciendo que se generen situaciones de argumentación y debate que resultan muy enriquecedoras de cara al desarrollo de la cultura científica del estudiante de bachillerato.

En definitiva, en esta memoria se presentan 5 experimentos de cátedra adecuados para el nivel de 1º de bachillerato, conteniendo unas explicaciones muy amplias que incluyen en cada uno de los experimentos: contextualización, material necesario, presupuesto, explicación, desarrollo experimental, preguntas para proponer a los alumnos, consejos y aclaraciones para el profesor, metodología, temporalización, objetivos y contenidos.

La realización de estos experimentos de cátedra por el profesor, pondrá al alumno frente al desarrollo real de alguna de las fases del método científico, la observación, formulación de hipótesis y el debate en el aula o laboratorio. Todas las experiencias han sido realizadas y su funcionamiento es correcto, así como la aceptación de las mismas por parte del alumnado, que alcanzó, y en algunos casos sobrepasó, los objetivos a conseguir con las mismas.

## Objetivos

Los objetivos de la asignatura Física y Química de 1º de bachillerato se recogen en el anexo 1 (Pág.83).

## Experimentos

### Explicación previa

Cuando se realizan experimentos para cursos de la E.S.O. y bachillerato, el propio efecto que tienen este tipo de experiencias de romper con la rutina de las clases teóricas, puede jugar como un arma de doble filo, haciendo que el alumno interprete que una clase experimental es un espacio de relajación, cuando lo que se pretende realmente es enfocar el trabajo de una forma distinta. Para que el alumno sea consciente de que los contenidos que se abordan en un experimento de cátedra tienen la misma validez que los contenidos teóricos (de hecho son complementarios a los mismos), conviene realizar una breve introducción cada vez que se vaya a realizar una actividad de este tipo. En este caso, como los experimentos van a estar destinados a observar fenómenos físicos y químicos, sobre todo estos últimos, se puede incluir, antes de llevar a cabo la demostración, un breve recordatorio de la clasificación de los procesos químicos, a modo de introducción general para todos los experimentos. Esta clasificación, aunque sencilla, es particularmente útil para que el alumno tenga presente en todo momento qué tipo de reacción se está tratando. Se puede invitar a los estudiantes a copiar esta clasificación en los cuadernos y que, antes o después de llevar a cabo la actividad, clasifiquen el proceso según el esquema que se plantea a continuación.

### ***Clasificación propuesta de las reacciones químicas:***

Según un criterio estructural:

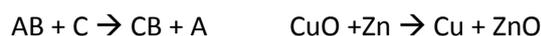
- ✓ Reacciones de síntesis:



- ✓ Reacciones de descomposición:



- ✓ Reacciones de sustitución:



- ✓ Reacciones de doble sustitución:



Según un criterio energético:

- ✓ Si hay captación o emisión de calor:

- Endotérmicas y exotérmicas.
- ✓ Si hay captación o emisión de luz:
  - Endolumínicas o exolumínicas.
- ✓ Si se necesita o se produce corriente eléctrica:
  - Endoelectrónicas o exoelectrónicas.

Según un criterio de tipo de partícula intercambiada

- ✓ Intercambio de electrones ( $e^-$ ):
  - Reacciones redox.
- ✓ Intercambio de  $H^+$  y  $OH^-$ :
  - Reacciones ácido base
- ✓ Intercambio de cationes  $C^+$  y aniones  $A^-$ :
  - Reacciones de precipitación.

Aparte de la clasificación de las reacciones químicas, que puede ser utilizada como introducción general para todas las experiencias citadas en este trabajo, se realizará una explicación teórica adaptada a los contenidos de cada uno de los experimentos. La clasificación anterior es una buena herramienta para que el alumno distinga claramente qué proceso es el que va a observar, mientras que la explicación teórica asociada a cada experimento permite ampliar los contenidos en función del tipo de reacción que se vaya a tratar, siendo esta última una herramienta que permite una descripción más detallada del proceso.

## Sublimación del yodo

### 1. Contextualización

Todas las referencias que se harán en este apartado a lo largo del trabajo se refieren a los bloques de contenidos y unidades didácticas citados en el apartado “contenidos estructurados en unidades didácticas” de la sección “Legislación: 1º de bachillerato” (Apartado de anexos).

Experimento adecuado de cara a la impartición de los contenidos relativos al bloque 8 “Estudio de las transformaciones químicas” en concreto como introducción a la unidad didáctica 15 “Las reacciones químicas”, donde se precisa realizar una distinción entre los procesos físicos y químicos.

### 2. Material necesario

Vial	Soplete
Yodo molecular	Folio

### 3. Presupuesto

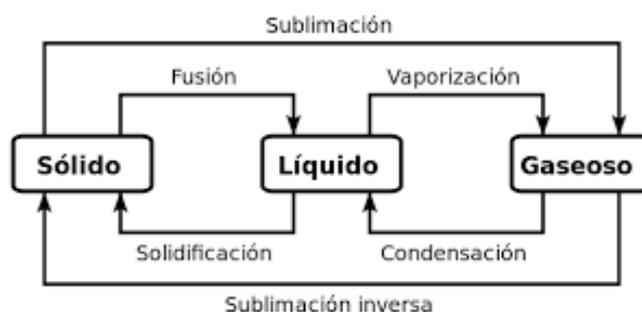
Material	Precio
Vial (195 ud.)	28.39 €
Yodo molecular (100g)	27.93 €
Soplete	5.53 €
<b>Total</b>	<b>61.85 €</b>

Con el material obtenido con este presupuesto, el experimento podría repetirse numerosas veces (del orden de 600) dado que el material no se degrada y el yodo es reutilizable por no reaccionar.

### 4. Explicación

En la naturaleza se pueden distinguir, a grandes rasgos, dos tipos de procesos en base a si las sustancias alteran su composición química o no. Los procesos físicos son aquellos en los que las sustancias sufren transformaciones sin que varíe su

composición química, es decir, sin que la disposición de los átomos, en definitiva, sin que la forma en que están unidos, cambie. Por otro lado, los procesos químicos implican transformaciones que alteran la naturaleza química de las sustancias. En estos procesos tiene lugar una reorganización de los átomos que, a su vez, puede implicar cambios en otras propiedades inherentes a los átomos como, por ejemplo, su estado de oxidación. Los procesos físicos suelen denominarse cambios de estado, dado que el estado, o lo que es lo mismo, la fase en la que se encuentra la sustancia, cambia por efecto de la temperatura o la presión. De esta forma se puede realizar una distinción entre los diferentes estados de agregación o fases, siendo las más comunes la fase sólida, la fase líquida y la fase gaseosa. Los cambios de estado que permiten intercambiar las fases entre sí han sido nombrados como fusión, solidificación, vaporización, condensación y sublimación.



Generalmente el alumno ha visualizado los cambios de estado habituales (evaporación, condensación, solidificación y fusión del agua) pero, a pesar de que el ejemplo del alcanfor siempre es recurrente, la sublimación es un cambio de estado que no es tan sencillo de observar. El yodo molecular es un compuesto molecular diatómico de fórmula química  $I_2$  que presenta la capacidad de sublimar pasando de un sólido cristalino de color morado oscuro o un vapor de color morado intenso. Si el vapor de yodo se enfría tiene lugar el proceso de sublimación inversa, en el cual el vapor de yodo vuelve a transformarse en cristales de yodo sólido. Durante el proceso no hay ningún agente que actúe como reactivo para dar lugar a un cambio en la composición química del  $I_2$ , por lo tanto, el proceso tiene una naturaleza exclusivamente física.

##### 5. Desarrollo experimental

Se toma una pequeña cantidad de yodo (una punta de espátula) y se introduce en un vial de vidrio incoloro con tapón de rosca. Se cierra el vial y se calienta con la ayuda de

un mechero agitando el vial y calentándolo por diferentes partes para que no estalle. Cuando se comienza a ver que un vapor morado se desprende del sólido se sitúa el vial delante de un folio blanco para que el vapor morado que se genera sea observable por parte de los alumnos.



## 6. Posibles preguntas para proponer a raíz de la realización del experimento

- a. ¿La desaparición de un glaciar es un proceso físico o químico?

Es un fenómeno físico, ya que el agua pasa de estado sólido a estado líquido pero durante el proceso no hay ningún tipo de reorganización atómica.

- b. ¿El efecto invernadero, responsable de la desaparición del hielo en los polos, tiene un origen físico o químico?

El efecto invernadero está causado por el  $\text{CO}_2$  que se acumula en la atmósfera. Dicho  $\text{CO}_2$  proviene, en gran medida, de la combustión de hidrocarburos en vehículos, generalmente octano ( $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ). La combustión es un proceso que implica la reacción de un compuesto, en este caso de forma general  $\text{C}_x\text{H}_{2x+2}$  en presencia de  $\text{O}_2$  para dar lugar a  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ . Por lo tanto el efecto invernadero tiene un origen químico.

- c. ¿Qué tipo de proceso es la oxidación de un clavo de hierro?

La oxidación de un clavo de hierro es un proceso químico en el que el Fe, reacciona con el  $\text{O}_2$  para dar  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .



- d. ¿Qué factor suele intervenir para desencadenar los cambios de estado?

Generalmente el factor con el que se trabaja para realizar un cambio de estado es la temperatura. A medida que aumenta o disminuye la temperatura la sustancia sometida a dicha variación pasa por sus diferentes fases. No obstante otro de los factores con el que se puede hacer que los cambios de estado tengan lugar a temperaturas distintas a las que suceden normalmente es la presión.

- e. La temperatura a la que hierve el agua en Valencia es la misma a la que hierve en Valladolid. Verdadero o falso.

Falso. Valencia está situada a nivel del mar por lo que la presión a la que está sometida el agua es distinta que en Valladolid, que se sitúa a 700 m sobre dicho nivel. Esto hace que la presión disminuya. Los cambios en la presión afectan a las temperaturas a las que suceden los cambios de estado.

- f. ¿Qué sustancia comercial presenta el fenómeno de sublimación?

Generalmente se suele hablar del alcanfor (mata polillas) como ejemplo típico de una sustancia que presenta el fenómeno de sublimación.

- g. ¿Qué le sucede a la temperatura durante un cambio de estado?

En un cambio de estado la temperatura se invierte en hacer que la sustancia cambie la fase por lo que durante dicho proceso la temperatura permanece constante.

- h. ¿Qué le suceden a la temperatura de 20 mL de agua que se calientan desde 20 °C hasta 70 °C?

El agua funde a 0 °C y hierve a 100 °C por lo que en la transición entre 20 °C y 70 °C no hay ningún cambio de estado. Esto implica que la temperatura únicamente aumenta entre el intervalo de temperaturas citado.

- i. ¿Qué le suceden a 20 g de hielo a -2 °C que se calientan hasta vapor de agua a 110°C?

En el intervalo de temperaturas que va desde -2 °C a 110 °C, el H<sub>2</sub>O cambia dos veces de estado, por lo que se observará que la temperatura aumentará desde -2 °C hasta 0 °C, luego se mantendrá constante hasta que el hielo se funda. Posteriormente, desde 0 °C hasta 100 °C, la temperatura seguirá subiendo, hasta que a los 100 °C el agua empiece a hervir, momento en el cual se mantendrá constante hasta que todo el agua se evapore. Finalmente, la temperatura aumentará de nuevo hasta los 110 °C.

- j. ¿Qué tipo de enlace presenta la molécula de yodo?

La molécula de yodo presenta un enlace de naturaleza covalente, ya que se unen dos átomos de alta electronegatividad.

- k. ¿Cuál es la polaridad de la molécula de yodo?

Al ser una molécula lineal homonuclear la molécula de yodo es apolar (no presenta un dipolo permanente).

- l. ¿Qué otros ejemplos de moléculas diatómicas (con dos átomos) homonucleares (los átomos que se enlazan son los mismos) conoces con este tipo de enlace?

La molécula de  $O_2$ , que presenta un enlace doble covalente, o la molécula de  $N_2$ , que presenta un enlace triple covalente, son algunos ejemplos de este tipo de moléculas.

### 7. Consejos y aclaraciones para el profesor

- ✓ Antes de iniciarse la sesión, dejar preparado el vial con el yodo.
- ✓ Calentar el vial sin exponer una zona del mismo a la llama durante un tiempo prolongado para evitar que se sobrecaliente y explote.
- ✓ Una vez que se inicie la sublimación del yodo colocar el vial delante de un folio para que el contraste del vapor de yodo con el blanco del folio permita visualizar mejor el fenómeno.
- ✓ Cuando se hacen preguntas para toda la clase se corre el riesgo de que la situación se descontrole y se pierda la atención, por lo que el docente puede plantear la pregunta a un alumno en concreto para evitar este tipo de situaciones.

### 8. Metodología

Al tratarse de una actividad de cátedra, su objetivo principal es que los propios alumnos asocien un hecho experimental realizado por el profesor, a modo de demostración, con unos contenidos teóricos tratados en clase. La elección del docente de llevar a cabo la experiencia antes, durante o después de la exposición de los contenidos teóricos, depende únicamente de su criterio. En este caso, en primer lugar se realiza la explicación teórica, siempre procurando llamar la atención de los alumnos y enfocándola hacia los hechos que se van a desarrollar en el experimento de cátedra. Posteriormente se realiza el experimento. Dada la brevedad de la parte experimental de esta demostración, se procede a realizar las preguntas después de la ejecución experimental. De esta forma se consigue que los hechos experimentales se desarrollen en un contexto en el que previamente se han citado los contenidos teóricos, para, posteriormente, realizar los experimentos. Cuando finaliza la parte experimental, se realizan las preguntas de tal forma que, teniendo recientes los hechos observados, el alumno sea capaz de responderlas utilizando una argumentación basada en los hechos que el docente ha llevado a cabo, haciendo que las propias preguntas sirvan como excusa para abordar los contenidos inherentes a la práctica desde diferentes puntos de vista.

## 9. Temporalización

El experimento ha sido ideado para ser llevado a cabo en una sesión de 50 minutos para una clase de 1º de bachillerato. A continuación se propone un ejemplo de cómo se podría distribuir la clase para introducir el experimento de cátedra.

Tiempo	Actividad	
5 minutos	Introducción a las reacciones químicas y diferenciación de procesos físicos y químicos.	
10 minutos	Experiencia de sublimación del yodo.	1. Explicación teórica: 5 minutos. 2. Realización experimental: 1 minuto. 3. Formulación de preguntas: 4 minutos.
15 minutos	Clasificación de las reacciones químicas	
10 minutos	Repaso sobre los símbolos y terminología utilizados en el estudio de las reacciones químicas (productos, reactivos, reversibilidad, estados de agregación)...	
10 minutos	Repaso del concepto de mol, masa molar, cálculos estequiométricos sencillos...	

## 10. Objetivos

Aparte de contenidos comunes, citados en el punto de contenidos del apartado “Legislación: 1º de bachillerato” (Ver anexo), la realización de esta experiencia de cátedra tiene como finalidad:

- ✓ Entender la diferencia entre un fenómeno físico y uno químico.
- ✓ El estudio y observación de cambios de estado.
- ✓ Diferenciar un proceso físico y uno químico en función de si se produce o no reorganización atómica.
- ✓ Conocer las características y parámetros que rigen un cambio de estado.
- ✓ Entender como varía la temperatura a lo largo de un proceso físico.

## 11. Contenidos

Este experimento permite abordar contenidos ubicados dentro del currículo de “Física y Química” (Ver anexo), como son los relativos al punto 1 (contenidos comunes), permitiendo que el alumno aplique el método científico a la resolución de problemas, e induciéndole a la búsqueda, selección y comunicación de información y resultados usando terminología científica. Por otro lado, esta experiencia trata contenidos relativos al punto 6 (Teoría atómico molecular de la materia) y 7 (El átomo y sus enlaces) del apartado de contenidos, abordando conceptos como son la diferencia

entre átomo y molécula, el sistema periódico, los tipos de enlaces, la formulación y nomenclatura, los modelos atómicos... Finalmente, este experimento aborda contenidos que se engloban

dentro del punto 8 (Estudio de las transformaciones químicas) del mismo apartado, permitiendo sentar una base sobre la que explicar las reacciones químicas, y la diferencia entre éstas y las transformaciones físicas.



## La col lombarda como indicador ácido base

### 1. Contextualización

Experimento adecuado de cara a la introducción de los contenidos del bloque 8 “Estudio de las transformaciones químicas” (ver anexo) como son los tipos de reacciones químicas, recogidos en la unidad didáctica 15 “Reacciones químicas”. Además, dado que es necesario preparar disoluciones, el docente puede separar la experiencia en dos partes, estando la primera de ellas destinada a la obtención de las disoluciones de NaOH y HCl, lo cual, como experiencia de cátedra, podría introducirse en el bloque 6 “Teoría atómico molecular de la materia” dentro de la unidad didáctica “Leyes fundamentales de la Química”. Las disoluciones podrían quedar preparadas con vistas a ser utilizadas cuando se llegue a la unidad didáctica 15, donde se explican los tipos de reacciones y, en consecuencia, las reacciones ácido base.

### 2. Material necesario

<i>Etanol</i>	<i>1 matraz erlenmeyer de 500 mL</i>
<i>Col lombarda</i>	<i>2 matraces aforados de 100 mL</i>
<i>2 Pipetas Pasteur</i>	<i>Disolución de NaOH 0.1M</i>
<i>1 Mortero</i>	<i>Disolución de HCl al 37.5% en masa</i>
<i>8 vasos de precipitados de 150 mL</i>	<i>Disolución de HCl 0.1 M</i>

### 3. Presupuesto

<i>Material</i>	<i>Precio</i>
<b>Etanol (droguería 250 mL)</b>	2 €
<b>Col lombarda (1ud)</b>	2 €
<b>Pipetas Pasteur(150 ud)</b>	9.53 €
<b>Mortero (1ud)</b>	7.19 €
<b>8 vasos de precipitados de 150 mL (12 ud)</b>	8.55 €
<b>Matraz erlenmeyer de 500 mL (8 ud)</b>	16.03 €
<b>Matraces aforados de 100 mL (2 ud)</b>	5.31 €
<b>NaOH (1 Kg)</b>	8.44 €
<b>HCl al 37.5% en masa (1 L)</b>	8.10 €
<b>Total</b>	67.42 €

Con el material obtenido con este presupuesto, el experimento podría repetirse 200 veces aproximadamente, (reponiendo el etanol si se acaba y la lombarda si se estropea) lo que supone un coste aproximado de hasta 5 € cada vez que se realiza la práctica. El material inventariable (matraces, vasos de precipitados, pipetas...) supone una inversión inicial que se amortiza con el tiempo al no necesitar de reposición si se trata correctamente

#### 4. Explicación

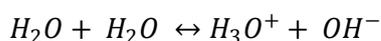
Algunos conceptos que se estudian en la asignatura Física y Química son conocidos por los alumnos de enseñanzas medias y bachillerato. Uno de los conceptos que los estudiantes conocen es el de pH, que suele nombrarse en anuncios de cremas y jabones. Pese a haber oído numerosas veces dicho concepto, en la inmensa mayoría de los casos el alumno no ha ampliado los conocimientos relativos a la escala de pH.

Se puede definir el pH como la magnitud que permite cuantificar la acidez de un medio. A lo largo de la historia, se ha llamado ácido o base a diferentes sustancias según sus propiedades. Lewis define los ácidos como las sustancias que no tienen el octeto de electrones completo, mientras que las bases son las sustancias que presentan electrones libres. Por otro lado, la teoría de Brønsted y Lowry define los ácidos como las sustancias que son capaces de ceder protones ( $H^+$ ) al medio, mientras que las bases son las sustancias que liberan grupos hidroxilo al medio ( $OH^-$ ) (o que captan  $H^+$  del medio). Actualmente se suele utilizar el criterio de Brønsted y Lowry para clasificar las sustancias en ácidos y bases.

Matemáticamente se puede definir el pH como:

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

Para definir los valores entre los que se establece la escala de pH, es necesario introducir el concepto de producto de autoionización del agua. El agua presenta un equilibrio de autoionización que puede ser representado a través de una reacción química:



Dicho producto de ionización del agua tiene una constante de equilibrio ( $K_w$ ) que toma el valor de  $10^{-14}$ .

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$$

En un medio neutro, la concentración de  $H_3O^+$  y  $OH^-$  es la misma, lo que le da al medio la propiedad de no ser ni ácido ni básico. Para que se cumpla que  $K_w=10^{-14}$ , manteniendo la condición de que ambas concentraciones ( $[H_3O^+]$  y  $[OH^-]$ ) sean iguales, el valor de  $[H_3O^+]$  y  $[OH^-]$  debe ser  $10^{-7}M$  para ambos iones.

Teniendo en cuenta los valores máximo y mínimo de  $[H_3O^+]$ , y sabiendo que debe cumplirse que  $K_w = 10^{-14}$ , se puede determinar que la escala de pH está definida entre un valor máximo (14) y mínimo (0).

$pH = -\log 1$	$pH = -\log 10^{-7}$	$pH = -\log 10^{-14}$
pH = 0	pH = 7	pH = 14

A medida que el valor del pH aumenta, la acidez del medio disminuye dado que  $[H_3O^+] = 10^{-pH}M$ . Al disminuir la acidez del medio,  $[H_3O^+]$  disminuye y, por lo tanto,  $[OH^-]$  debe aumentar para cumplir que el producto  $[H_3O^+]\cdot[OH^-] = 10^{-14}$ .

<b>pH</b>	<b><math>[H_3O^+]</math></b>	<b><math>[OH^-]</math></b>	<b>pOH</b>	<b>Medio</b>
0	1 M	$10^{-14}M$	14	ÁCIDO
1	$10^{-1}M$	$10^{-13}M$	13	
2	$10^{-2}M$	$10^{-12}M$	12	
3	$10^{-3}M$	$10^{-11}M$	11	
4	$10^{-4}M$	$10^{-10}M$	10	
5	$10^{-5}M$	$10^{-9}M$	9	
6	$10^{-6}M$	$10^{-8}M$	8	
7	$10^{-7}M$	$10^{-7}M$	7	Neutro
8	$10^{-8}M$	$10^{-6}M$	6	BÁSICO
9	$10^{-9}M$	$10^{-5}M$	5	
10	$10^{-10}M$	$10^{-4}M$	4	
11	$10^{-11}M$	$10^{-3}M$	3	

12	$10^{-12}$ M	$10^{-2}$ M	2	
13	$10^{-13}$ M	$10^{-1}$ M	1	
14	$10^{-14}$ M	1 M	0	

Existen determinadas sustancias que, a través un cambio de color, permiten determinar el pH de una disolución y que tienen aplicaciones en algunas técnicas analíticas, como las volumetrías. Un indicador es una sustancia, como su propio nombre indica, que a través de un cambio de color indica el pH del medio que se está estudiando. Estos indicadores presentan un intervalo de viraje, es decir, unos valores de pH característicos entre los que se produce el cambio de color propio de cada indicador.

### 5. Desarrollo experimental

La col lombarda debe su color morado a una molécula del grupo de las antocianinas que proporcionan coloración a diferentes frutas y verduras. Dicha molécula puede ser extraída de las hojas de la col lombarda y ser utilizada como indicador ácido base. Para ello se toma una hoja de col y se corta en fragmentos pequeños, de tal forma que al introducirlos en un mortero se puedan machacar cómodamente. Después, se introducen los fragmentos de la col lombarda en un mortero junto con 200 mL de alcohol etílico y se machacan las hojas con la mano del mortero hasta que el etanol se tiña de un color morado intenso, momento en el cual se habrán extraído la cantidad suficiente de moléculas de indicador para que los virajes sean observables. A continuación, se distribuye la disolución del indicador entre 8 vasos de precipitados de 150 mL, añadiendo en cada uno de ellos unos 20 mL de disolución. Se tomará como vaso de referencia uno de los vasos situados en la parte central, al que se le asigna un valor de pH =7, es decir, neutro. A la izquierda de dicho vaso se sitúan otros tres vasos de precipitados conteniendo la disolución neutra del indicador, en dos de los cuales se añadirán diferentes cantidades de una disolución de HCl 0.1M y en el tercero unas gotas de HCl concentrado (37.5% en peso). A la derecha del vaso tomado como referencia, se sitúan otros cuatro vasos de precipitados sobre los cuales se añadirán diferentes cantidades de una disolución de NaOH 0.1M. En los dos primeros vasos destinados a observar el viraje al añadir ácidos, se añaden 2 y 4 gotas de la disolución de HCl 0.1M, y en el vaso restante se añade una pipeta Pasteur entera de HCl al 37.5%. En este primer caso, se puede observar cómo el indicador cambia de color desde morado a incoloro, rosa pálido y rosa fucsia, respectivamente. Por otro lado, en los

vasos reservados para observar los virajes al añadir la disolución básica de NaOH se añaden 2, 4 y 6 gotas, en los tres primeros y una pipeta entera en el último, observándose un viraje a color azul oscuro, azul turquesa, verde y amarillo, respectivamente.



Una vez se ha finalizado la adición de ácidos y bases, se procede a juntar el contenido de los 8 vasos de precipitados en un matraz erlenmeyer de 500 mL, observándose el comportamiento del indicador a medida que tiene lugar la neutralización de los ácidos y las bases. Dado que se han utilizado diferentes cantidades de las disoluciones de NaOH y HCl la neutralización no es completa, por lo que alguno de los dos reactivos está en exceso (introducción al concepto de reactivo limitante). Además añadir un pipeta de HCl concentrado (37.5 %) hace que la concentración de  $\text{H}_3\text{O}^+$  sea muy superior a la de  $\text{OH}^-$  cuando se mezcla el contenido de todos los vasos, lo que implica que el pH final de la mezcla sea fuertemente ácido y que, por lo tanto, el color de la disolución resultante sea rosa fucsia casi rojo en lugar de morado.



## 6. Posibles preguntas para proponer durante la realización del experimento

- a. ¿Qué es el pH?

Es la magnitud que permite determinar cuál es la acidez de un medio, y que matemáticamente se calcula como:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

- b. ¿Qué tipo de productos suelen indicar el pH en los envases?

Los productos cosméticos como las cremas y jabones suelen indicar el pH en el envase. En algunos productos alimenticios como en el vinagre la acidez se expresa en otra escala diferente a la del pH, se expresa en grados de acidez.

- c. Cuando en un frasco se indica “pH neutro (pH= 5)” ¿Es correcta esta afirmación? De no serlo ¿Cuál sería la afirmación correcta?

La afirmación es incorrecta. Se llama pH neutro a aquel pH que tiene una concentración de  $\text{H}_3\text{O}^+$  y  $\text{OH}^-$  de  $10^{-7}\text{M}$ . Aunque el  $\text{pH} = 5$  no es un medio

fuertemente ácido, sí que tiene carácter ácido, por lo tanto, en el frasco debería indicarse “pH ligeramente ácido”.

d. ¿Qué es un ácido?

Según la teoría de Brønsted, un ácido es la sustancia capaz de ceder protones al medio. Según Lewis los ácidos son sustancias que tienen el octeto incompleto.

e. ¿Qué sustancias se pueden encontrar en casa que tengan carácter ácido?

La Coca-Cola, el vinagre, el limón, la aspirina...

f. ¿Qué es una base?

Según la teoría de Brønsted una base es aquella sustancia capaz de captar protones del medio (o ceder  $\text{OH}^-$ ). Según Lewis, son bases las sustancias que tienen electrones libres.

g. ¿Qué sustancias con carácter básico se pueden encontrar en cualquier casa?

La lejía, algunos jabones, el bicarbonato sódico...

h. Generalmente se asocia el término ácido con una sustancia peligrosa, pero ¿Existen ácidos que no representen un peligro potencial para el ser humano siendo aplicados en ámbitos como la cosmética, la alimentación o la medicina? Sí, por ejemplo, el ácido acetilsalicílico es el principio activo de las aspirinas; el ácido acético es el componente que le da olor y sabor al vinagre; el ácido clorhídrico (aunque sí que es peligroso si está muy concentrado) se segrega en el estómago para favorecer la digestión;...

i. Entonces, ¿Por qué podemos echar limón para condimentar un plato y no podemos echar ácido sulfúrico si ambas sustancias son ácidas?

La acidez y basicidad de las sustancias no siempre es la misma, existiendo una clasificación de los ácidos atendiendo a su fortaleza (fuertes, moderadamente fuertes, débiles, muy débiles...). El ácido sulfúrico es un ácido fuerte mientras que el ácido acético del limón es un ácido débil. Los ácidos fuertes liberan una cantidad muy grande de iones  $\text{H}^+$  al disociarse completamente, mientras que los ácidos débiles muestran un grado de disociación menor liberando una cantidad menor de iones  $\text{H}^+$ .

j. ¿Es determinante el factor del pH de cara a la reactividad química?

Sí, algunas reacciones químicas son viables en medios ácidos y no en básicos, y viceversa, por lo que en la industria química se debe conocer el comportamiento de las sustancias en ambos tipos de medios.

k. ¿Qué gota de agua tiene mayor pH, una de agua destilada o una gota de lluvia ácida?

A mayor pH menor concentración de  $\text{H}_3\text{O}^+$  en el medio, por lo que la gota de lluvia ácida, precisamente por ser ácida, presentará un pH menor ergo la gota de agua destilada tiene mayor pH.

l. ¿Por qué tradicionalmente se ha utilizado el bicarbonato sódico para paliar los efectos de la acidez de estómago? ¿Qué tipo de reacción se produce?

El bicarbonato sódico es una base que neutraliza el exceso de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  que se generan en el estómago cuando una persona padece acidez. La reacción es una neutralización, en la que los iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  pasan a ser neutralizados por una base (reacción ácido base).

m. ¿Por qué cuando una persona vomita aparece una sensación de quemazón en la zona del esófago y la nariz?

El ácido clorhídrico segregado en el estómago durante la digestión irrita las mucosas y las partes no protegidas del tracto digestivo provocando una sensación de malestar.

n. ¿Qué es un indicador?

Un indicador es una sustancia que presenta unas características concretas (generalmente un color) en función del pH del medio en el que se encuentra (si es un indicador ácido base). Los indicadores ácido base varían de color en función del pH del medio en el que se encuentren, presentando unos colores e intervalos de viraje característicos.

o. ¿Cuál es la fórmula química del etanol? ¿Qué tipo de compuesto es?

El etanol es una molécula orgánica del grupo de los alcoholes de fórmula  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ .

p. ¿Qué pH tiene el vaso de referencia? ¿Cuál es su concentración de  $\text{H}_3\text{O}^+$ ?

En el vaso de referencia el  $\text{pH} = 7$  (esto no es del todo correcto dado que el etanol presenta un pH ligeramente ácido), por lo que estamos en un medio de pH neutro donde  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7}\text{M}$ .

q. ¿Aumenta o disminuye el valor del pH cuando se añade ácido? ¿Y al añadir base?

Al aumentar ácido el pH disminuye, dado que aumenta la concentración de  $\text{H}_3\text{O}^+$  ( $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$ ), mientras que al añadir base el pH aumenta.

- r. (Antes de juntar el contenido de todos los vasos) ¿Qué sucederá al juntar todas las disoluciones?

El sentido común invita a pensar que si las disoluciones de HCl y NaOH han sido preparadas con la misma concentración y se han utilizado las mismas cantidades para hacer virar el indicador, la disolución resultante cuando se mezcla el contenido de todos los vasos tendrá pH neutro, debido a que tiene lugar una neutralización, por lo que el indicador finalmente tendrá color morado.

- s. ¿Por qué finalmente no se obtiene una disolución de color morado (pH=7)?

El color que muestra el indicador al mezclar todas las disoluciones es prácticamente rojo. Esto sucede dado que la disolución de HCl utilizada es más concentrada que la de NaOH, por lo que en el medio quedará un gran exceso de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  que acidifican la disolución.

#### 7. Consejos y aclaraciones para el profesor:

- ✓ Es conveniente llevar a cabo este experimento en el laboratorio por seguridad.
- ✓ Resulta de gran utilidad que durante el desarrollo de la práctica, en el caso de que sea posible, haya un profesor o persona de apoyo.
- ✓ En este tipo de prácticas es conveniente tener todo el material preparado previamente encima de la mesa dado que, de esta forma, la atención de los alumnos no se dispersa mientras se saca el material.
- ✓ En esta experiencia en concreto es importante lavar bien los vasos porque si quedan residuos de ácidos y bases, al echar la disolución neutra, el indicador virará.
- ✓ Una vez se ha terminado de utilizar un reactivo (en este caso HCl y NaOH) resulta conveniente guardar los recipiente con el fin de prevenir accidentes.
- ✓ Los alumnos tienden a echarse encima de la mesa sobre la que se está realizando el experimento por lo que el docente debe advertir del peligro que entraña y mantener cierta distancia de seguridad con los alumnos.
- ✓ Las preguntas deben plantearse de forma ordenada, siguiendo el hilo argumental del experimento y siempre estar vinculadas al fenómeno que está siendo observado en un momento concreto.

- ✓ Este experimento en particular puede ser ejecutado por los alumnos en casa, donde pueden utilizar ácidos como el limón o el vinagre y bases como el bicarbonato para observar los virajes.

## 8. Metodología

En este caso se procede a realizar una explicación teórica previa al desarrollo de la experiencia de cátedra. Como se ha citado anteriormente la elección de realizar la práctica antes, durante o después de la exposición teórica depende únicamente del criterio del docente. Personalmente soy partidario de que la parte experimental se desarrolle al final de la explicación teórica, incluso al final de la clase, dado que los alumnos al principio de la sesión suelen estar más despejados (y aprovechan mejor el tiempo de teoría) y al final de la misma se muestran más dispersos. Incluir la experiencia al final de la clase permite romper con la rutina de las clases teóricas y ofrece a los alumnos un contexto de aprendizaje diferente y más motivador.

En experiencias como ésta, en las que la parte experimental es más larga que en la práctica anterior, y donde hay varios puntos en los que hacer incisos, es conveniente que durante la práctica el docente sea capaz de modular el ritmo, haciendo parones para realizar las preguntas y aclaraciones oportunas. A diferencia del caso anterior, las preguntas, dado que la parte experimental es más extensa, pasan a estar integradas dentro de dicha parte.

## 9. Temporalización

El experimento ha sido ideado para ser llevado a cabo en una sesión de 50 minutos para una clase de 1º de bachillerato. A continuación se propone un ejemplo de cómo se podría distribuir la clase para introducir el experimento de cátedra.

Tiempo	Actividad
15 minutos	Cálculos estequiométricos con disoluciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El concepto de soluto y disolvente.</li> <li>✓ Formas de expresar la concentración.</li> <li>✓ La densidad.</li> </ul>
10 minutos	Resolución de un problema relacionado con la experiencia de cátedra: Calcular la masa de NaOH necesaria para preparar 100 mL de una disolución 0.1 M de la misma. Calcular el volumen de HCl al 37.5 % y en masa y densidad 1.19 Kg/l necesario para preparar 100 mL de una disolución 0.1 M de HCl.
9 minutos	Preparación de las disoluciones por parte del profesor.
1 minutos	Clasificación de la reacción química que se va a llevar a cabo.

15 minutos	Realización de la experiencia de cátedra de reacciones ácido base.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Explicación teórica: 5 minutos.</li> <li>2. Realización experimental: 10 minutos.</li> <li>3. Formulación de preguntas: Durante la parte experimental.</li> </ol>
------------	--	---

## 10. Objetivos

Aparte de los objetivos comunes de la asignatura, recogidos en el apartado “Legislación: 1º de bachillerato” (ver anexo), esta experiencia de cátedra tiene la finalidad de:

- ✓ Aplicar los cálculos estequiométricos a la resolución de problemas y al cálculo de disoluciones.
- ✓ Transmitir al alumno el concepto de pH como parámetro para cuantificar la acidez o basicidad de un medio.
- ✓ Capacitar al alumno para diferenciar las sustancias básicas de las ácidas.
- ✓ Entender las aplicaciones y funcionamiento de un indicador.
- ✓ Distinguir entre los diferentes tipos de ácidos y bases según su fortaleza.
- ✓ Razonar de forma cualitativa el aumento o disminución del valor del pH en función de la concentración de los protones en el medio.

## 11. Contenidos

Este experimento de cátedra permite abordar contenidos incluidos en el currículo de la asignatura “Física y Química” como son los relativos al punto 1 (contenidos comunes), permitiendo que el alumno aplique el método científico en la resolución de problemas e induciéndole en la búsqueda, selección y comunicación de información y resultados usando terminología científica. Dentro del punto 6 del apartado de contenidos (Teoría atómico molecular de la materia) se estipula que el alumno debe ser capaz de realizar cálculos con disoluciones, operando con los conceptos de mol, masa molar y las diferentes formas de expresar la concentración de una disolución. Dado que para el desarrollo de la práctica es necesario preparar dos disoluciones de concentración determinada, a partir de un sólido (NaOH) y una disolución concentrada (HCl 37.5%), ésta se muestra particularmente interesante de cara a aplicar unos contenidos teóricos a su resolución. Por otro lado, el hecho de que la resolución de un problema pueda condicionar el resultado de la práctica es un elemento motivador para el alumnado, el cual, se mostrará interesado por hacer bien los cálculos de cara a

que la práctica se desarrolle correctamente y se pueda observar el fenómeno sin que surjan problemas asociados a la mala resolución de los cálculos. Además, se abordan contenidos que se engloban dentro del punto 8 (Estudio de las transformaciones químicas) del mismo apartado, permitiendo realizar una introducción a las reacciones ácido base, al concepto de pH, etc..



## Reacción entre el CuO y el Zn

### 1. Contextualización

Experimento adecuado de cara al estudio de los contenidos relativos al bloque 8 "Estudio de las transformaciones químicas", donde se podría incluir en las unidades didácticas 15 "Reacciones químicas" y 16 "Aspectos energéticos y cinéticos de las reacciones químicas", al mostrar un ejemplo de una reacción tipo redox donde, además, se pueden estudiar la espontaneidad de la reacción, si la reacción es exotérmica o endotérmica y algunos contenidos relativos al espectro electromagnético que quedarían reflejados como contenido transversales. Por otro lado se puede utilizar esta experiencia de cátedra dentro del bloque 6 "Teoría atómico molecular de la materia" dentro de la unidad didáctica 11 "Leyes fundamentales de la Química", dado que permite el estudio de la ley de conservación de la masa de Lavoissier y da pie a la realización de pequeños cálculos estequiométricos.

### 2. Material necesario

2g de CuO

2g de Zn

Balanza

Soplete

2 vidrios de reloj

Cápsula de porcelana

Placa cerámica

Espátula

### 3. Presupuesto

<i>Material</i>	<i>Presupuesto</i>
<b><i>CuO (500 g)</i></b>	<b><i>52.47 €</i></b>
<b><i>Zn (500 g)</i></b>	<b><i>22.18 €</i></b>
<b><i>Balanza (1 ud)</i></b>	<b><i>268.75 €</i></b>
<b><i>Espátula (5 ud)</i></b>	<b><i>7.64€</i></b>
<b><i>Vidrios de reloj (10 ud)</i></b>	<b><i>5.90 €</i></b>
<b><i>Cápsula de porcelana (6 ud)</i></b>	<b><i>14.40 €</i></b>
<b><i>Placa cerámica (Azulejo)</i></b>	<b><i>4.00 €</i></b>
<b><i>Soplete</i></b>	<b><i>5.53 €</i></b>
<b><i>Total</i></b>	<b><i>375.34 €</i></b>

Con el material obtenido con este presupuesto, el experimento podría repetirse 250 veces aproximadamente, lo que supone un coste aproximado de 0.30 € cada vez que

se realiza la práctica. El material inventariable (balanzas, soplete, vidrios de reloj...) supone una inversión inicial que se amortiza con el tiempo al no necesitar de reposición si se trata correctamente.

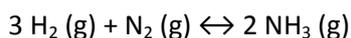
#### 4. Explicación

Las reacciones redox, también conocidas como reacciones de oxidación reducción, son un tipo de reacciones en las que tiene lugar transferencia de electrones entre compuestos. La transferencia de  $e^-$  implica que durante el transcurso de una reacción redox se producen cambios en el estado de oxidación de los reactivos.

En este tipo de reacciones se pueden distinguir dos tipos de reactivos. De la misma manera que en reacciones ácido base se distingue entre sustancias ácidas y básicas, en las reacciones redox se distingue entre sustancias oxidantes y sustancias reductoras. Las sustancias oxidantes son aquellas que oxidan a otras, es decir, aquellas que captan los electrones de otros compuestos oxidándolos. Por el contrario, las sustancias reductoras son aquellas que reducen a otras sustancias transfiriendo sus electrones, oxidándose ellas mismas y reduciendo a la sustancia con la que reaccionan.

Las sustancias inorgánicas oxidantes suelen ser elementos en altos de oxidación que, debido a que están fuertemente oxidadas, tienden a captar los electrones de otros compuestos, oxidándolos. Algunos tipos de sustancias utilizadas como oxidantes son  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{KMnO}_4$  o  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , en estados de oxidación +5 para el N, +7 para el Mn y +6 para el Cr, respectivamente. Los reductores, por su parte, son sustancias en estados de oxidación bajos, con  $e^-$  que pueden ceder fácilmente. Algunas sustancias que se utilizan como reductores son  $\text{LiAlH}_4$  (contiene átomos de hidrógeno en estado de oxidación -1), sales de  $\text{Cu}^+$  (inestables por su tendencia a oxidarse a compuestos de  $\text{Cu}^{2+}$ ) o  $\text{H}_2$  molecular, utilizado como sustancia reductora de compuestos orgánicos (grasas hidrogenadas).

Ejemplo de reacción redox:



El  $\text{H}_2$ , en estado de oxidación 0, pasa a  $\text{H}^+$  en estado de oxidación +1. Para ello es necesario que ceda electrones al  $\text{N}_2$ , que debe cambiar su estado de oxidación a -3. Por lo tanto, se deduce que  $\text{H}_2$  actúa como un reductor en la reacción de síntesis del  $\text{NH}_3$ . Por su parte, el  $\text{N}_2$  tiene que pasar de un estado de oxidación 0 a un estado de oxidación -3, para lo que es necesario captar electrones del  $\text{H}_2$  haciendo que éste se

oxide a  $H^+$ , en estado de oxidación +1. El  $N_2$  actúa como oxidante, oxidando al  $H_2$  y reduciéndose él mismo.

Como conclusión se puede decir que:

- *Oxidación*: Aumento en el estado de oxidación de un elemento o compuesto por la cesión de electrones. La provocan las sustancias oxidantes.
- *Reducción*: Disminución en el estado de oxidación de un elemento o compuesto por la captación de electrones. La provocan las sustancias reductoras.

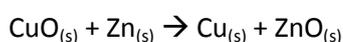
Espontaneidad de algunas reacciones:

Algunas reacciones, para llegar a producirse, necesitan un pequeño estímulo energético para vencer la denominada energía de activación  $E_a$ , que es la energía mínima que hay que aportar a un sistema químico para que se desencadene una reacción. Algunas reacciones presentan una energía de activación pequeña, que se alcanza simplemente con la energía que el entorno proporciona al propio sistema químico en forma de luz o calor. No obstante, hay algunas reacciones que no presentan una energía de activación tan baja y que, por lo tanto, necesitan un estímulo que permita que se produzcan. Por lo tanto, se habla de reacción espontánea cuando la reacción “ocurre por sí misma” sin la necesidad de aportar energía de una fuente externa, mientras que se habla de reacciones no espontáneas cuando se debe aportar energía al sistema para que la reacción se produzca.

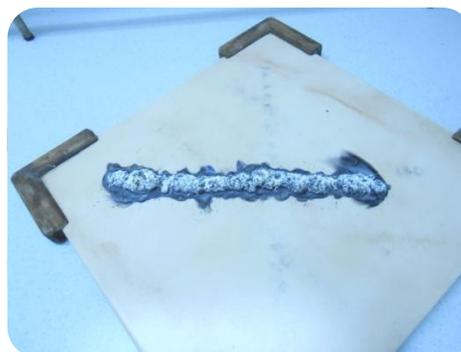
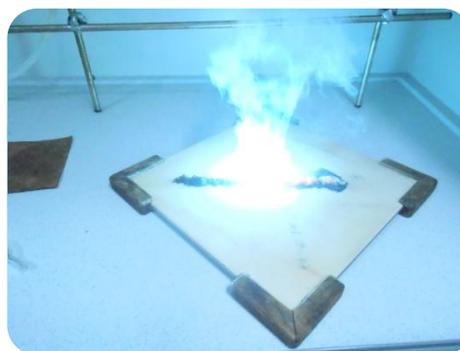
No hay que confundir el fenómeno de la espontaneidad de una reacción (gobernado por la energía de activación y, en consecuencia, por la energía libre de Gibbs,  $\Delta G$ ) con el hecho de que una reacción sea endotérmica o exotérmica (parámetro cuantificado a través de la entalpía de una reacción,  $\Delta H$ ). En la inmensa mayoría de los casos en los que una reacción no se inicia de forma espontánea, se busca vencer la energía de activación, o bien utilizando calor, radiación o un catalizador. En el primer caso, que es el que puede dar lugar a equívocos para el alumnado, el hecho de que haya que aplicar calor a un sistema químico para que la reacción se inicie, no implica que una vez iniciada la reacción ésta sea endotérmica.

### 5. Desarrollo experimental

El experimento, al necesitar cantidades de CuO y Zn que los alumnos pueden pesar sin problemas, es propicio para que los propios estudiantes utilicen este contexto para trabajar con cálculos estequiométricos. Se invita a los alumnos, de forma previa al desarrollo de la práctica, a que calculen la masa de Zn necesaria para que 2 g de CuO reaccionen con Zn de forma estequiométrica (que resulta ser de 1.63 g). Una vez realizados los cálculos se trabajará toda la práctica con las cantidades calculadas.



Se invita a dos voluntarios a tomar la masa calculada de CuO (2g) y Zn (1.63g) en el ejercicio de clase, con la ayuda de una espátula y una balanza. Para agilizar el proceso se sugiere al alumno que pesa el Zn que no es necesario que tome 1.63 g exactos, que con 2 g la reacción transcurre correctamente. Esto implica que se deba introducir el concepto de reactivo limitante y reactivo en exceso. Se ha calculado que para que la reacción se produzca de forma estequiométrica se necesitan 2 g de CuO y 1.63 g de Zn. En el momento en el que se toma una masa mayor a la necesaria de uno de los reactivos, se produce una descompensación que hace que uno de los reactivos adopte el rol de reactivo limitante (CuO) y otro el rol de reactivo en exceso (Zn), en ese caso citado.



Cuando se han pesado los dos sólidos, se introducen dentro de una cápsula de porcelana y se mezclan con la ayuda de una espátula hasta que la mezcla quede homogénea, es decir, hasta



que la mezcla no presente regiones en las que predomine alguno de los reactivos. A continuación, se extiende la mezcla en una placa cerámica haciendo una línea no muy gruesa a lo largo de la placa. Posteriormente, con la ayuda de un soplete, se prende fuego a la mezcla extendida sobre la cerámica, observándose la formación de una llama verde que recorre la línea. En la zona por la que pasa la llama se puede observar la formación de un sólido amarillo que se torna blanco cuando se enfría. Cuando el producto de reacción se enfría se puede observar que hay un residuo pardo mezclado con el Zn que no ha reaccionado y el sólido blanco anteriormente citado. Por un lado, la presencia del sólido blanco es un indicador de la formación del ZnO, que además es termoluminiscente, lo que hace que al aplicar una fuente de calor brille emitiendo una luz de color amarillo. El color pardo observado en la mezcla tras la reacción se debe al Cu que se forma en la reacción. Otro de los fenómenos indicadores de la formación de Cu es la llama verde, ya que los electrones del Cu cuando se le aplica el calor de una llama sufren un proceso de excitación/relajación que hace que se emita la radiación de color verde que se observa durante la reacción.

Finalmente se puede tomar el residuo resultante tras la aplicación de la llama y pesarlo para comprobar que se cumple la ley de conservación de la masa de Lavoissier.

## 6. Posibles preguntas para proponer durante la realización del experimento

- a. ¿Dónde se sitúan los metales en el sistema periódico?

Los metales alcalinos en el grupo I, los alcalinotérreos en el grupo II, los metales de transición desde el grupo III hasta el XII y los metales del bloque p en los grupos XIII, XIV, XV y XVI.

- b. ¿Cuáles son las características y propiedades de los metales?

Suelen ser buenos conductores térmicos y eléctricos, suelen presentar brillo metálico, suelen ser sólidos a temperatura ambiente y suelen ser dúctiles y maleables.

- c. ¿Qué metales conocéis?

El hierro, el cobre, el oro, la plata, el platino...

- d. De forma genérica ¿Los metales tienden a ganar o a ceder electrones?

Los metales tienden a ceder electrones para dar lugar a los cationes correspondientes, o lo que es lo mismo, los metales tienen tendencia a oxidarse.

- e. ¿Cuáles son las aplicaciones del Cu?

El cobre suele emplearse para fabricar cables conductores de la electricidad y componentes electrónicos.

- f. ¿Por qué se suele utilizar el Cu para cables eléctricos?

Dado que es un buen conductor de la electricidad.

- g. ¿Cuáles son las aplicaciones del Zn?

El cinc, aunque menos conocido, se utiliza para fabricar recipientes de jardinería, aleaciones, como aditivo para prevenir la corrosión en aceros...

- h. ¿Qué le sucede a un metal cuando se oxida?

Cuando un metal se oxida cede sus electrones, aumentando su estado de oxidación en un número de unidades igual al número de electrones que cede. En el momento en el que un metal se oxida sus propiedades y aspecto cambian respecto a las del metal en estado de oxidación cero.

- i. ¿La reacción entre el CuO y el Zn es espontánea?

No, dado que al juntar los dos reactivos la reacción no se produce por sí misma sin la necesidad de un estímulo energético externo.

- j. ¿La reacción entre el CuO y el Zn es exotérmica?

Sí, dado que mientras se está produciendo se genera una llama que cede calor al sistema.

- k. ¿Por qué es conveniente homogeneizar?

Para que no haya regiones dentro de la mezcla en las que haya Zn que no está en contacto con la proporción estequiométrica adecuada de CuO.

- l. ¿Por qué es necesario aplicar el calor de una llama?

Dado que la reacción no es espontánea se precisa un estímulo energético para vencer la energía de activación necesaria para que la reacción se desencadene. Esta energía se consigue vencer aplicando el calor de una llama.

- m. ¿Por qué la llama es verde?

Los electrones externos del Cu, al entrar en contacto con la llama, sufren un proceso de excitación que hace que ocupen niveles energéticos más altos que el fundamental. Cuando se desexcita (al regresar al estado fundamental) se emite una radiación que tiene una longitud de onda que coincide con la radiación de color verde del visible.

- n. ¿Qué se entiende por termoluminiscencia?

Es un fenómeno que implica la emisión de una radiación electromagnética debido a la aplicación de temperatura.

- o. ¿En qué región del espectro electromagnético se podría situar la radiación emitida por el ZnO?

Cuando el ZnO se calienta, emite una radiación de color amarillo. Como todas las radiaciones que tienen un color, la radiación emitida por el ZnO se sitúa dentro de la zona del visible en el espectro electromagnético. Además, el hecho de que el ZnO se caliente implica que éste emite radiación en la zona del IR.

- p. ¿Y la radiación emitida por el Cu a la llama?

Esta radiación también se sitúa en la zona visible y el IR (calor).

- q. En la reacción propuesta, el Zn actúa como reactivo en exceso, por lo que la mayor parte (o todo) el CuO debería reducirse a Cu. No obstante se observa que en el residuo resultante tras pasar la llama, aún queda CuO. ¿Qué justificación darías a este hecho?

Cuando el Cu se expone al calor de la llama reacciona con el O<sub>2</sub> del aire volviendo a formar CuO que, como se ha observado, es de color negro.

#### 7. Consejos y aclaraciones para el profesor:

- ✓ Tomar las precauciones oportunas para que el trabajo con fuego no suponga un riesgo para la integridad de los alumnos (retirar papeles y productos inflamables).
- ✓ Resulta conveniente tener otra mezcla de CuO y Zn preparada (con las proporciones oportunas y homogeneizada) por si hay algún inconveniente (si se cae la mezcla por accidente, por si hay falta de tiempo...).
- ✓ Realizar la práctica en un laboratorio y tomar la precaución de abrir las ventanas para que el humo que se produce no se acumule en el aula.
- ✓ Conviene realizar una prueba previa con la mezcla que se va a utilizar dado que, dependiendo del estado de los sólidos, se pueden producir proyecciones incandescentes (en cuyo caso no se deberá realizar la práctica).
- ✓ Antes de prender fuego a la mezcla decir a los alumnos que se fijen en el color de la llama y en el brillo que presenta el producto resultante.
- ✓ Evitar que los alumnos se sitúen demasiado próximos a la zona de ejecución del experimento con el fin de evitar quemaduras.
- ✓ Realizar las preguntas de forma ordenada y en función del concepto que se quiera remarcar.

## 8. Metodología

De nuevo la sesión se organiza impartiendo en primer lugar los contenidos teóricos para, finalmente, proceder a la realización de la práctica. De nuevo es el factor estratégico el que hace que se plantee la clase de esta manera, aprovechando el tiempo en el que los alumnos están más despejados para impartir la teoría y la última parte de la clase, en la que el cansancio y las distracciones comienzan a aflorar, para reconducir la clase utilizando la práctica como excusa.

Al tener una parte experimental extensa, al igual que el caso de la práctica de las reacciones ácido base, el profesor puede incluir las preguntas durante la parte experimental, utilizándolas para remarcar los conceptos importantes y para mantener en todo momento la atención de los estudiantes.

## 9. Temporalización

El experimento ha sido ideado para ser llevado a cabo en una sesión de 50 minutos para una clase de 1º de bachillerato. A continuación se propone un ejemplo de cómo se podría distribuir la clase para introducir el experimento de cátedra.

Tiempo	Actividad	
5 minutos	Interpretación microscópica y macroscópica de las reacciones químicas	
15 minutos	Cálculos estequiométricos con sólidos: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ley de conservación de la masa.</li> <li>✓ Pureza de los sólidos.</li> <li>✓ Determinación de los moles de un sólido por pesada.</li> </ul>	
10 minutos	Problema de estequiometría asociado al experimento de cátedra: Determinar qué masa de Zn es necesaria para que reaccione con 2 g de CuO en proporción estequiométrica si la pureza de ambos sólidos es del 98 %.	
5 minutos	Recordatorio sobre la clasificación de las reacciones químicas y explicación del fundamento de las reacciones redox.	
15 minutos	Experimento de la reacción entre el CuO y el Zn.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Explicación teórica: 5 minutos.</li> <li>2. Realización experimental: 10 minutos.</li> <li>3. Formulación de preguntas: Durante la parte experimental</li> </ol>

## 10. Objetivos

Aparte de los objetivos comunes de la asignatura, recogidos en el apartado “Legislación: 1º de bachillerato”, esta experiencia de cátedra tiene la finalidad de:

- ✓ Ofrecer un contexto al alumno para realizar cálculos estequiométricos con sólidos aplicados a un caso práctico, de tal forma que el alumno haga uso de conceptos como la masa, la pureza y la masa molar.
- ✓ Comprender los conceptos de oxidación/reducción y oxidante/reductor.
- ✓ Asociar los fenómenos de oxidación a procesos cotidianos (ennegrecimiento de la plata, formación de óxido en clavos de hierro...)
- ✓ Transmitir el concepto de espontaneidad de una reacción.
- ✓ Transmitir al alumno el concepto de reacción endotérmica o exotérmica.
- ✓ Aplicar los conocimientos sobre el espectro electromagnético para clasificar las radiaciones que se manifiestan durante la práctica.
- ✓ Observar la reactividad de ciertos metales.
- ✓ Comprobar de forma experimental la Ley de conservación de la masa.

## 11. Contenidos

Esta experiencia de cátedra permite abordar contenidos incluidos en la asignatura “Física y Química” como son los relativos al punto 1 (contenidos comunes), permitiendo que el alumno aplique el método científico en la resolución de problemas e induciéndole a la búsqueda, selección y comunicación de información y resultados usando terminología científica. Dentro del punto 6 del apartado de contenidos (Teoría atómico molecular de la materia) se estipula que el alumno debe ser capaz de realizar cálculos estequiométricos, operando con los conceptos de mol, masa molar y pureza de un sólido, entre otros. La práctica, al estar planteada con una parte previa en la que es necesario resolver un problema de estequiometría, cumple con este objetivo. Además, al igual que en el experimento de ácido base, el hecho de que el resultado derivado del cálculo estequiométrico pueda condicionar el trascurso de la práctica, es un elemento motivador que hace que los estudiantes se muestren más participativos de cara a la clase.

Además, se abordan contenidos que se engloban dentro del punto 8 (Estudio de las transformaciones químicas) del mismo apartado, permitiendo realizar una introducción a las reacciones redox, al concepto de oxidante y reductor, etc..



## Moneda de cobre, oro y plata

### 1. Contextualización:

Experimento adecuado de cara a la demostración de los contenidos recogidos en el bloque 6 “Teoría atómico molecular de la materia”, en concreto, en la unidad didáctica 10 “La materia y sus propiedades” con el fin de explicar, por ejemplo, qué propiedades son alterables en la materia y cuáles no. Otra posibilidad es recurrir a esta experiencia de cátedra en el bloque 7 “El átomo y sus enlaces” dentro de la unidad didáctica 14 “El enlace químico”, donde se puede hacer una demostración del proceso de aleación y el comportamiento de los metales. Otra alternativa es incluir esta experiencia en el bloque 8 “Estudio de las transformaciones químicas” para ejemplificar un proceso redox. Además este experimento en concreto resulta de gran utilidad de cara a introducir al alumnado en la necesidad de conocer los procesos químicos con vistas a generar hipótesis basadas en argumentos veraces.

### 2. Material necesario:

<i>Monedas de 5 céntimos</i>	<i>Etanol</i>
<i>Jabón de lavavajillas</i>	<i>NaOH</i>
<i>Estropajo (no de alambre)</i>	<i>Zn en polvo</i>
<i>1 vaso de precipitados de 250 mL</i>	<i>Agitador magnético con calefacción</i>

### 3. Presupuesto

Material	Presupuesto
<i>Monedas de 5 céntimos (2ud)</i>	0.10 €
<i>Jabón de lavavajillas (500 mL)</i>	1 €
<i>Estropajo (no de alambre) (6 ud)</i>	0.60 €
<i>1 vaso de precipitados de 250 mL (12 ud)</i>	8.86 €
<i>Etanol (droguería 250 mL)</i>	2 €
<i>NaOH (1 Kg)</i>	8.48 €
<i>Zn en polvo (500 g)</i>	22.18 €
<i>Agitador magnético con calefacción</i>	153.47 €
<i>Varillas magnéticas (5 ud)</i>	6.93 €
<i>Soplete</i>	5.53 €
<b>Total</b>	<b>203.62 €</b>

Con el material obtenido con este presupuesto, el experimento podría repetirse 175 veces aproximadamente, lo que supone un coste aproximado de 0.50 € cada vez que se realiza la práctica. El material inventariable (estropajos, soplete, vidrios de reloj...) supone una inversión inicial que se amortiza con el tiempo al no necesitar de reposición si se trata correctamente.

#### 4. Explicación

Los antiguos alquimistas buscaron durante siglos la forma de convertir elementos poco valiosos en otros de gran valor, en su mayoría metales nobles como el oro y la plata. Con las técnicas de las que se dispone hoy en día en el ámbito científico, se sabe que para poder convertir un elemento en otro es necesario un proceso que va más allá de una reacción química convencional; es necesario que el átomo en cuestión se reorganice ganando los protones, neutrones y electrones oportunos para convertirse en el átomo de interés, lo cual supondría un coste energético y en consecuencia, económico inasumible. No obstante, existen reacciones que pueden hacer pensar a una persona poco cultivada en el ámbito científico que estas transformaciones “mágicas” son posibles. Un ejemplo de este tipo de procesos se puede llevar a cabo a escala de laboratorio utilizando una moneda de Cu y Zn en polvo.

Cuando se introduce una moneda de Cu en un vaso que contiene una disolución al 35% en masa de NaOH, en la cual se han añadido además unas cucharadas de Zn en polvo, se observa que la moneda se platea. El Zn en un medio fuertemente alcalino, como es el caso, forma un hidróxido de fórmula  $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$  produciéndose  $\text{H}_2$  como subproducto de dicha reacción redox. Al introducir la moneda de Cu en la disolución alcalina, el  $\text{Zn}^{2+}$ , disuelto en forma de hidróxido, vuelve a reducirse a Zn sobre la superficie de la moneda, haciendo que ésta presente un aspecto plateado.

Posteriormente, se puede calentar la moneda con la ayuda de un soplete, observándose que el color de la misma se torna dorado. A simple vista se podría pensar que el proceso que ha tenido lugar ha permitido transformar una moneda de Cu recubierta de Zn en una moneda de Au. No obstante, el color dorado que se observa en la moneda es resultado de un proceso de aleación de ambos metales que por efecto de la temperatura, pasan a integrarse dentro de la misma red dando lugar a la formación de la aleación conocida como latón, de característico color dorado.

#### 5. Desarrollo experimental

Se prepara una disolución concentrada de NaOH añadiendo 60 g de NaOH en 200 mL de  $\text{H}_2\text{O}$  en un vaso de precipitados, agitando con la ayuda de un agitador magnético.

Cuando se ha disuelto completamente el NaOH se añaden dos espátulas colmadas de Zn en polvo manteniendo la agitación. Se calienta la mezcla sin que hierva, manteniendo la temperatura entre 65 y 80°C. A continuación, se toma una moneda de 5 céntimos y se limpia con la ayuda de un estropajo (no de alambre) y jabón de lavavajillas, procurando no tocar las caras de la moneda con los dedos. Cuando se ha limpiado la moneda concienzudamente, se introduce en un recipiente con etanol para eliminar cualquier posible resto de grasa que pueda quedar adherido a la superficie. Posteriormente, se coge la moneda con pinzas, se seca con la ayuda de un trozo de papel y se introduce en la disolución caliente de Zn en medio básico. Transcurrido un minuto, se da la vuelta a la moneda para que toda su superficie entre en contacto con la disolución. Al sacar la moneda se puede ver que ésta se ha tornado de color plateado. Se limpia la moneda con agua, procurando no frotarla para que la capa de Zn no se desprenda y se seca de nuevo con un trozo de papel, aplicando únicamente presión, sin frotar. Por último, se toma la moneda con unas pinzas y se calienta con la ayuda de un soplete, observándose que la moneda se torna de color dorado por la formación de la aleación entre el Cu y el Zn, el latón.



#### 6. Posibles preguntas para proponer durante la realización del experimento:

- a. ¿Cómo calificarías el pH del medio en el que se disuelve el Zn?

El medio en el que se disuelve el Zn es un medio fuertemente básico dada la gran cantidad de NaOH que se ha añadido previamente.

- b. ¿Por qué la moneda de Cu (que es un metal diamagnético) se mueve si se activa la agitación del agitador si el Cu es un metal que no presenta ferromagnetismo?

Porque las monedas de céntimo no son de Cu en realidad. Las monedas de céntimo presentan un núcleo de hierro recubierto de cobre. El hierro, al ser ferromagnético, es atraído por el imán del agitador y hace que la moneda se mueva.

- c. ¿Por qué se ha limpiado la moneda concienzudamente?  
Para evitar que la capa de grasa que queda adherida a la moneda cuando la tocamos con las manos, impida que el Cu entre en contacto con la disolución.
- d. ¿Por qué no se toca la moneda con los dedos a partir del momento en que se lava?  
Para evitar volver a depositar la capa de grasa y suciedad que se ha quitado en el paso de lavado.
- e. ¿Para qué se usa el EtOH en esta práctica?  
Para que cualquier resto de grasa que no se haya podido eliminar frotando se desprenda definitivamente de la moneda.
- f. Describe de forma sencilla el proceso por el que pasa el Zn desde que se disuelve en medio básico hasta que se alea con el Cu.  
El Zn inicialmente se encuentra en estado de oxidación cero. Cuando entra en contacto con la disolución básica, el Zn se oxida formando el hidróxido correspondiente (en el que el Zn tiene estado de oxidación +2). Cuando la moneda se introduce en la disolución, el Zn vuelve a reducirse sobre la cara de la moneda. Finalmente, por efecto de la temperatura el Zn y el Cu se entrelazan en la misma red formando la aleación conocida como latón.
- g. ¿Crees que es posible que el recubrimiento de la moneda se haya transformado en plata?  
No, dado que en ningún momento se ha utilizado plata. Lo que ocurre es que la moneda se recubre de Zn que tiene un aspecto similar a la plata, lo que puede dar lugar a pensar que la moneda se ha plateado.
- h. Crees que es posible transformar la plata en oro simplemente por calentamiento.  
No, los átomos no se transforman unos en otros por mero calentamiento. Para que un átomo se convirtiese en otro sería necesario que ganase los protones, neutrones y electrones adecuados y esto no es posible a través de una reacción química convencional.
- i. ¿Por qué no es posible transformar unos átomos en otros a través de reacciones químicas convencionales?  
Porque en una reacción química se produce transferencia de átomos, iones o electrones pero no se produce transferencia de neutrones entre núcleos atómicos.
- j. ¿Qué efecto tendría en el mundo la joyería u orfebrería que se encontrase una fórmula rápida, sencilla y económica de transformar metales como el Cu o el Zn en otros como el Au, Ag, Pd y Pt?

Estos metales nobles se devaluarían y la industria de la joyería se vería obligada a bajar los precios de los productos fabricados con dichos metales.

- k. Otro de los productos más usados en joyería son los minerales (diamantes, rubíes, esmeraldas) ¿Por qué estos materiales son tan caros?

Porque estos minerales son redes cristalinas (y por lo tanto ordenadas) de átomos que necesitan largos periodos de tiempo y condiciones muy concretas de presión y temperatura para que la naturaleza los produzca.

- l. Toma la moneda de Cu e introdúcela en un cápsula con 5 mL de HCl al 37.5 % ¿Por qué la disolución se tiñe de verde?

Porque se produce una reacción entre el Cu de la moneda y el HCl que genera  $\text{CuCl}_2$  como producto, el cual presenta color verde azulado.

- m. ¿Qué diferencia a un metal puro de una aleación?

En un metal puro la red metálica está compuesta únicamente por los átomos de dicho metal, mientras que en una aleación dentro de la misma red se encuentran diferentes tipos de átomos (metales o no metales).

- n. ¿Crees que la idea de los alquimistas antiguos era descabellada a la luz de los hechos observados?

Con las técnicas y conocimientos antiguos los hechos observados con este experimento podían dar lugar a equívocos, de hecho se buscó durante mucho tiempo la piedra filosofal capaz de transformar cualquier material en oro. Con los conocimientos actuales se sabe que el proceso de transformación de cualquier material en oro no es viable.

- o. ¿Qué aleaciones conoces?

El acero, el latón, la hojalata, el bronce...

- p. ¿Qué interés puede tener la aleación de metales?

El proceso de aleación de unos metales con otros, o con otros elementos no metálicos, tienen importancia de cara a alterar las propiedades de los materiales en función de las aplicaciones concretas que se quieran dar a dichos materiales.

- q. ¿Por qué casi todas las formas comerciales del Fe son aleaciones con otros metales?

Porque el hierro aleado con otros elementos proporciona materiales con mejores propiedades que el hierro dulce, como por ejemplo los aceros (más resistentes y tenaces), los aceros inoxidables (más resistentes frente a la oxidación).

- r. ¿Por qué los herreros forjaban sus espadas calentando el hierro sobre una hoguera hecha con carbón? ¿Qué tipo de compuesto es el carbón?

Porque al golpear el hierro sobre una hoguera de carbón se forma una aleación entre el Fe y el C que lo hace más resistente que el hierro dulce, lo que resulta de gran utilidad de cara a la fabricación de armas. El carbón es un mineral compuesto de C que se clasifica como un sólido covalente no molecular.

### 7. Consejos y aclaraciones para el profesor

- ✓ No colocar la disolución alcalina cerca de los alumnos ni cerca de zonas por las que pasen para evitar accidentes.
- ✓ Abrir las ventanas cuando se añada el Zn a la disolución alcalina para que el H<sub>2</sub> desprendido no se acumule en el laboratorio.
- ✓ Antes de limpiar la moneda con el jabón introducirla durante 2 segundos en un recipiente con HCl al 37.5 %, de esta forma queda más limpia.
- ✓ Quitar la agitación cuando se introduce la moneda en la disolución.
- ✓ Cuando la moneda con el Zn depositado se seca, evitar frotar, para que en el caso de que la capa de Zn no esté bien adherida, ésta no se desprenda.
- ✓ El residuo de Zn resultante debe ser tratado y no tirarse a la basura directamente tras filtrar. En la superficie del Zn quedan restos de la disolución alcalina por lo que el desprendimiento de H<sub>2</sub> continúa. Si el H<sub>2</sub> se acumulase podría prenderse fuego la papelera provocando un incendio. Antes de tirar el Zn a la basura conviene tratarlo con ácidos diluidos para neutralizarlo y evitar dicho desprendimiento de H<sub>2</sub>. Posteriormente el Zn se debe guardar en residuos metálicos para ser tratado convenientemente.

### 8. Metodología

En este caso la experiencia presenta un planteamiento ligeramente distinto que en casos anteriores, aunque se mantendrá la estructura de la clase en la que la experiencia de cátedra se desarrollará al final de la misma. Dado que lo que se pretende con esta práctica es que, posteriormente al desarrollo de la misma, se genere un pequeño debate en el que los propios alumnos pongan en común sus conclusiones y argumentos en relación a los hechos observados. En este caso la metodología empleada implica que parte de la explicación realizada por parte del docente sea incorrecta (en este caso se puede proponer que realmente la moneda ha pasado de cobre a plata y a oro), introduciendo algunos conceptos falaces para que el propio alumno se dé cuenta de que la explicación no es del todo veraz y que haga uso de sus conocimientos para generar unos argumentos a favor o en contra de la explicación del profesor. Durante la realización de la práctica hay que ser selectivo con las preguntas

que se realizan o incluso, se puede optar por realizarlas después de la parte experimental. Concluida la parte práctica, el profesor puede abrir un espacio de debate donde, haciendo uso de las preguntas, conduzca a sus alumnos hacia la construcción de una explicación correcta de los hechos con los argumentos que los alumnos pongan en común. Finalmente, para no correr el riesgo de que alguno de los alumnos saque conclusiones erróneas de la experiencia, el profesor debe dedicar una pequeña parte de la clase a reorganizar los conceptos y a dar una explicación definitiva.

En esta actividad en concreto es muy sencillo llevar a cabo una propuesta de aprendizaje en grupo o aprendizaje cooperativo en el que el propio grupo de estudiantes configure la explicación del hecho que se está observando. Por ejemplo, para esta práctica, el docente puede empezar haciendo comentarios del tipo: “Vamos a convertir una moneda de 5 céntimos en una moneda de oro”, “Sabéis que la importancia de la química radica en realizar este tipo de transformaciones que antes no se podían hacer”, “Por esto me interesó a mí la ciencia desde que era estudiante como vosotros, para saber cómo transformar materiales de escaso valor en otros que sí que lo tienen”. Dentro del grupo de alumnos se genera una situación de tensión ante este tipo de comentarios, dado que, aunque los hechos parezcan arrojar evidencias de que realmente la moneda se transforma en oro y plata, los estudiantes saben que la explicación científica no es tan simple como la que se les está proporcionando, que al fin y al cabo es: “Hemos encontrado la fórmula mágica”. El docente debe saber utilizar las reacciones del alumnado para conducir la clase, preguntando a aquellos alumnos que se muestran disconformes con la explicación cuestiones del tipo: “¿Crees que no es correcto lo que estoy explicando?”, “¿Qué es lo que te parece que está mal dentro de la explicación?”, “¿Qué explicación darías tú?”. En el momento en el que se genera este ambiente de debate entre los propios alumnos, donde salen a la luz argumentos, hipótesis y falsas creencias, se genera una situación de aprendizaje cooperativo que resulta de gran interés de cara a la construcción de la cultura científica del estudiante. El docente, finalmente, debe hacer ver a los alumnos que realmente los argumentos que se les estaban proporcionando eran falaces, con el fin de evitar de que a alguno de los estudiantes siga pensando que lo que dice el profesor siempre está bien, y por último, utilizar comentarios del tipo “Vosotros solos habéis sido capaces de rebatir una explicación errónea de un hecho” para generar un refuerzo positivo hacia la actitud del alumnado.

## 9. Temporalización

El experimento ha sido ideado para ser llevado a cabo en una sesión de 50 minutos para una clase de 1º de bachillerato. A continuación se propone un ejemplo de cómo se podría distribuir la clase para introducir el experimento de cátedra.

Tiempo	Actividad
15 minutos	La importancia de la ciencia en la sociedad actual
5 minutos	Algunos hechos científicos de gran relevancia en el mundo contemporáneo
15 minutos	Realización de experimento de cátedra de la moneda de cobre, oro y plata. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Explicación teórica: 5 minutos.</li> <li>2. Realización experimental: 10 minutos.</li> <li>3. Formulación de preguntas: Durante la parte de debate posterior.</li> </ol>
10 minutos	Debate sobre los hechos observados y actividad de argumentación a favor y en contra de una serie de hipótesis planteadas por el docente
5 minutos	Conclusión de la clase por parte del profesor haciendo alusión a los comentarios realizados por los estudiantes en relación a la práctica y explicando el trasfondo teórico real de la práctica.

## 10. Objetivos

Aparte de los objetivos comunes de la asignatura, recogidos en el apartado “Legislación: 1º de bachillerato”, esta experiencia de cátedra tiene la finalidad de:

- ✓ Transmitir al alumno la necesidad de una formación científica básica para poder entender el mundo actual.
- ✓ Transmitir la necesidad de los argumentos con rigor científico para la justificación de hechos.
- ✓ Transmitir la importancia de la ciencia en el contexto actual.
- ✓ Plantear una situación en la que el alumno precise de sus propios conocimientos para rebatir un hecho.
- ✓ Permitir al alumno diferenciar entre un metal puro, uno oxidado y una aleación.
- ✓ Introducir la reactividad basada en fenómenos de oxidación reducción.
- ✓ Reconocer la importancia del pH de un medio de cara a la reactividad de los reactivos que se encuentran en él.

## 11. Contenidos

Esta experiencia permite abordar contenidos incluidos en el currículo de la asignatura “Física y Química” como son los relativos al punto 1 (contenidos comunes),

permitiendo que el alumno aplique el método científico en la resolución de problemas e induciéndole en la búsqueda, selección y comunicación de información y resultados usando terminología científica. Por otro lado, como se ha citado anteriormente, esta experiencia resulta particularmente interesante con vistas al desarrollo de la capacidad crítica del alumno y al uso, por parte del propio estudiante, de los conocimientos que ya tiene para rebatir o respaldar hipótesis. Por otro lado, es conveniente que el docente actúe de una forma discreta para que el propio alumno sea capaz de argumentar el porqué de su acuerdo o desacuerdo con las explicaciones que se dan.

Por lo tanto, respecto al punto 1 del apartado de contenidos, esta práctica contribuye a desarrollar el espíritu crítico del alumnado, ya que sirve de ejemplo a los estudiantes de cómo el hecho de no conocer las explicaciones científicas inherentes a un proceso, puede dar lugar a interpretaciones incorrectas y, en muchos casos, a teorías de escaso rigor científico que acaban haciéndose populares.

En el punto 7 (El átomo y sus enlaces) del apartado de contenidos, se especifica que el alumno debe conocer los tipos de enlaces que constituyen la materia así como las propiedades asociadas al tipo de enlaces que presenta la misma. En este caso se puede realizar un breve recordatorio del enlace metálico y sus características, así como las propiedades generales de los metales y aplicaciones de éstos.

Por último, esta experiencia trata contenidos relativos al punto 8 (Estudio de las transformaciones químicas) del apartado de contenidos. Dentro de este punto se podría incluir esta demostración con la finalidad de explicar el apartado de Química e Industria, donde se hace hincapié en el uso de materias primas y productos de consumo y la utilidad y consecuencias de la aplicación de la química en la industria. Dado que este experimento aborda directamente el estudio de las aleaciones, puede

servir de precedente para realizar una indagación más profunda en aleaciones de interés como los aceros.

## Reacciones de precipitación

### 1. Contextualización

Experimento adecuado de cara a la introducción de contenidos recogidos en el bloque 8 “Estudio de las transformaciones químicas” dentro de la unidad didáctica 15 “Reacciones químicas”, al permitir mostrar a los alumnos algunos ejemplos de reacciones de precipitación.

### 2. Material necesario

<i>2 tubos de ensayo</i>	<i>Disolución 0.05 M de AgNO<sub>3</sub></i>
<i>Disolución 0.05 M de KI</i>	<i>Soplete o mechero</i>
<i>Disolución 0.05 M Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></i>	

### 3. Presupuesto

<i>Material</i>	<i>Presupuesto</i>
<i>Tubos de ensayo (100 ud.)</i>	<i>9.83 €</i>
<i>KI (500 g)</i>	<i>12.70 €</i>
<i>Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (500 g)</i>	<i>16.83 €</i>
<i>AgNO<sub>3</sub> (25 g)</i>	<i>56.73 €</i>
<i>Soplete (1 ud.)</i>	<i>5.53 €</i>
<b><i>Total</i></b>	<b><i>101.62 €</i></b>

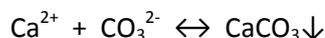
Con el material obtenido con este presupuesto, el experimento podría repetirse 250 veces aproximadamente, lo que supone un coste aproximado de 0.50 € cada vez que se realiza la práctica. El material inventariable (tubos de ensayo, soplete...) supone una inversión inicial que se amortiza con el tiempo al no necesitar de reposición si se trata correctamente.

### 4. Explicación

Una reacción de precipitación implica la formación de un sólido insoluble por la transferencia de un catión o anión entre dos sales disueltas. Dado el carácter insoluble del sólido que se forma, dicho sólido “precipita”, lo que quiere decir que cae al fondo del recipiente por presentar mayor densidad que el disolvente.

En una reacción química, se puede indicar la formación de un precipitado insoluble escribiendo una flecha hacia abajo a la derecha del compuesto insoluble.

Ejemplo:



Las reacciones de precipitación presentan diferentes aplicaciones como, por ejemplo, la determinación de iones halogenuro por precipitación con  $\text{Ag}^+$  (argentometrías), la eliminación de bicarbonatos en agua por la precipitación con  $\text{Ca}^{2+}$  en medio básico, la determinación de iones  $\text{Pb}^{2+}$  (tóxico para el hombre y organismos acuáticos) por precipitación con iones  $\text{I}^-$  o la precipitación de iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  para reducir la dureza del agua.

Existe un parámetro, denominado producto de solubilidad, que cuantifica la capacidad de una sal para disociarse en sus iones constituyentes en un determinado disolvente. La solubilidad de un sólido en un disolvente viene cuantificada a través del parámetro  $K_{ps}$ . (constante del producto de solubilidad).

Para un compuesto iónico genérico  $\text{AB}_2$  se puede definir el producto de solubilidad como:



A medida que el valor de  $K_{ps}$  aumenta, el compuesto iónico es más soluble en un medio determinado. El valor de  $K_{ps}$  varía en función de la temperatura siendo generalmente un aumento de este parámetro el que produce un aumento de la solubilidad. Cuando se define una sal como insoluble, por ejemplo el  $\text{AgI}$  o el  $\text{PbI}_2$ , se está haciendo referencia a que el valor de  $K_{ps}$  en un disolvente, para una temperatura determinada, es muy bajo y, por lo tanto, el equilibrio de solubilidad está muy desplazado hacia el lado de la sal en lugar de hacia el lado de los iones. Por ejemplo,  $K_{ps}$  a  $13^\circ\text{C}$  para  $\text{AgI} = 0.32 \cdot 10^{-16}$ . Se puede observar que el valor de  $K_{ps}$  para esta sal es del orden de  $10^{-18}$  mientras que si se analiza el valor de dicho parámetro para una sal soluble como el  $\text{Ba}(\text{BrO}_3)_2$ , se determina que es de un orden sensiblemente superior  $K_{ps} = 2.43 \cdot 10^{-4}$ . (Valores para  $\text{H}_2\text{O}$  como disolvente).

## 5. Desarrollo experimental

### Precipitación del $PbI_2$ :



Se introduce una disolución 0.05 M de  $Pb(NO_3)_2$  en un tubo de ensayo hasta que la disolución llegue a una altura de 5 cm desde la base. A continuación se añaden unas gotas de disolución de KI 0.05 M observándose la aparición instantánea de un precipitado de  $PbI_2$  de color amarillo intenso. Se puede realizar un ensayo sobre el aumento de la solubilidad con la temperatura calentando el tubo de ensayo. Al calentar se observa que el sólido amarillo desaparece para volver a aparecer, posteriormente, al enfriarse de nuevo la disolución. La solubilidad, y por lo tanto  $K_{ps}$ , aumenta al aumentar la temperatura.



### Precipitación del $AgI$ :



Se introduce una disolución 0.05 M de  $AgNO_3$  en un tubo de ensayo hasta que disolución llegue a una altura de 5 cm desde la base. A continuación, se añaden unas gotas de disolución de KI 0.05 M observándose la aparición instantánea de un precipitado de  $AgI$  de color amarillo pálido, casi blanco.

\*En la imagen se observa un precipitado de  $AgCl$ .



## 6. Posibles preguntas para proponer durante la realización del experimento

- a. ¿Por qué se le llama precipitación al proceso que has observado?

Porque se forma un sólido insoluble en disolvente que cae al fondo del recipiente en forma de precipitado.

- b. ¿Qué partículas se intercambian en estas reacciones?

Cationes y aniones.

c. ¿Qué es un ión?

Un ión es un átomo que ha ganado o perdido electrones adoptando carga negativa y positiva, respectivamente.

d. ¿Qué es un catión?

Un ión cargado positivamente, o lo que es lo mismo, un átomo que respecto a su forma neutra ha perdido electrones.

e. ¿Qué es un anión?

Un ión cargado negativamente, o lo que es lo mismo, un ion que respecto a su forma neutra ha ganado electrones.

f. ¿Qué tipo de compuesto se forma por la unión de un catión y un anión?

Un compuesto iónico, en definitiva, una sal.

g. ¿Por qué algunas sales son solubles en un disolvente a una temperatura determinada y otras no?

Porque la solubilidad depende de la capacidad del disolvente de solvatar los iones de la red. Al cambiar los iones de la sal, la capacidad de solvatación del disolvente varía haciendo que la solubilidad también cambie.

h. ¿Está condicionada la solubilidad a la polaridad del disolvente?

Sí, como norma general se dice que un disolvente polar disuelve sustancias polares mientras que un disolvente apolar disuelve sustancias apolares.

i. ¿Por qué las pastillas de sacarina no se disuelven bien en la leche?

La leche, especialmente la leche entera, tiene un alto contenido en grasas, las cuales presentan una polaridad muy baja. La falta de polaridad de los componentes de la leche hace que la sacarina (que comercialmente se vende en forma de sal sódica o en disolución acuosa) quede sin disolverse debido a la falta de solvatación por parte de la leche.

j. ¿Qué efecto tiene la temperatura sobre la solubilidad?

De forma general la solubilidad aumenta con la temperatura.

k. Explica y justifica el efecto que has observado cuando se ha calentado el tubo de ensayo.

Al aumentar la temperatura aumenta el  $K_{ps}$  del  $PbI_2$  por lo que éste se disuelve pese a ser una sal insoluble en agua a temperatura ambiente.

l. ¿Qué sucede cuando el tubo de ensayo se enfría de nuevo?

Al enfriarse de nuevo en el tubo de ensayo reaparecen los cristales de  $PbI_2$ , que se van formando lentamente en las paredes del tubo de ensayo.

- m. ¿Cómo será el valor de  $K_{ps}$  de la sal común en agua a temperatura ambiente, mayor o menor que el de estas sales?

La sal común (NaCl) es una sal soluble en disolventes polares como el agua. Esto implica que su  $K_{ps}$  será mayor que el del AgI y el PbI<sub>2</sub>.

- n. Antiguamente las cañerías que conducían el agua corriente a los hogares estaban fabricadas con plomo, metal que resulta tóxico por ingestión. El Pb de las tuberías puede oxidarse para dar lugar a sales solubles de Pb (II) que estaban presentes en el agua de consumo. A la luz de los hechos observados ¿Crees que es conveniente coger agua caliente del grifo para cocinar o por el contrario es más recomendable tomar agua fría y calentarla?

Es más conveniente coger agua fría de la red y calentarla, dado que al aumentar la temperatura del agua la cantidad de Pb(II) disuelto aumenta al aumentar su  $K_{ps}$ .

- o. ¿Qué harías para ver si el agua que estás tomando tiene un alto contenido en Pb?

Añadirle unas gotas de disolución de KI y ver si se forma un precipitado amarillo.

- p. ¿Crees que es posible encontrar cantidades importantes de Ag<sup>+</sup> disuelta en el agua del mar? ¿Por qué?

No, la plata en forma de catión Ag<sup>+</sup> reacciona rápidamente con los halogenuros (Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>) para dar lugar a las correspondientes sales insolubles. El contenido en Cl<sup>-</sup> del agua de mar es muy elevado (dado que la concentración de NaCl es muy grande) por lo que en el momento en el que existiese una cantidad significativa de Ag<sup>+</sup>, ésta precipitaría en forma de AgCl.

- q. ¿Qué crees que sucede cuando una persona tiene cálculos en los riñones?

En los riñones se forman precipitados de compuestos derivados del catión Ca<sup>2+</sup>. Estos precipitados, denominados cálculos, crecen hasta hacerse lo suficientemente grandes para generar un dolor agudo al ser expulsados a través del aparato urinario.

## 7. Consejos y aclaraciones para el profesor:

- ✓ Evitar que las sales de plata y sus disoluciones estén en contacto directo con la luz.
- ✓ Evitar manipular objetos que no sean instrumental de laboratorio cuando se trabaje con sales de plomo.

- ✓ A la hora de calentar el tubo de ensayo que contiene el precipitado de  $PbI_2$  para observar cómo se disuelve, realizar un calentamiento homogéneo por todo el tubo de ensayo para evitar proyecciones.
- ✓ Realizar las preguntas de forma ordenada para que en cada momento se haga referencia al concepto que se quiere resaltar.

## 8. Metodología

De nuevo, y por una cuestión meramente estratégica, se organiza la sesión de tal forma que en primer lugar se impartan los contenidos teóricos para, finalmente, en la última parte de la clase, se pase a desarrollar la experiencia de cátedra. Las preguntas propuestas pueden ser expuestas durante el desarrollo de la práctica, ayudando a que el estudiante se mantenga atento para poder responderlas y generando diferentes puntos de vista para tratar los contenidos. Por otro lado se utilizan estas preguntas para que, de forma transversal, se introduzcan conceptos nuevos que guarden algún tipo de relación con los tratados en esta experiencia de cátedra.

## 9. Temporalización

El experimento ha sido ideado para ser llevado a cabo en una sesión de 50 minutos para una clase de 1º de bachillerato. A continuación se propone un ejemplo de cómo se podría distribuir la clase para introducir el experimento de cátedra.

Tiempo	Actividad	
10 minutos	Introducción al concepto de reactivo limitante y reactivo en exceso.	
10 minutos	Introducción al concepto de rendimiento de una reacción química.	
15 minutos	Proposición de un problema relacionado con la experiencia de cátedra: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determinar la masa de <math>Pb(NO_3)_2</math>, <math>AgNO_3</math> y <math>KI</math> que hay que tomar para preparar 100 mL de disolución 0.05 M de los dos primeros compuestos y 0.1 M del último.</li> <li>2. Si se añaden 2 mL de <math>KI</math> sobre 10 mL de la disolución de <math>Pb(NO_3)_2</math>. ¿Cuál es el reactivo limitante? ¿Qué masa de <math>PbI_2</math> se espera obtener si se considera un rendimiento del 99%?</li> </ol>	
15 minutos	Realización de experimento de cátedra sobre el fenómeno de precipitación.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Explicación teórica: 5 minutos.</li> <li>2. Realización experimental: 10 minutos.</li> <li>3. Formulación de preguntas: Durante la parte experimental.</li> </ol>

## 10. Objetivos

Aparte de los objetivos comunes de la asignatura, recogidos en el apartado “Legislación: 1º de bachillerato”, esta experiencia de cátedra tiene la finalidad de:

- ✓ Que el alumno comprenda el concepto de ion y su clasificación como catión o anión.
- ✓ Que el alumno realice cálculos estequiométricos asociados al estudio de las reacciones de precipitación.
- ✓ Que el alumno observe cómo se manifiesta un proceso de precipitación.
- ✓ Que el alumno entienda que la solubilidad de compuesto no es la misma para todos los disolventes y a todas las temperaturas.
- ✓ Que el alumno observe el efecto de la temperatura sobre la solubilidad.
- ✓ Introducir el concepto de  $K_{ps}$  y en el estudio cualitativo de dicho parámetro para saber a priori si una sal es soluble.
- ✓ Conocer algunos ejemplos típicos de sales insolubles.

## 11. Contenidos

Este experimento de cátedra permite abordar contenidos incluidos en el currículo de la asignatura “Física y química” como son los introducidos dentro del punto 1 (contenidos comunes), permitiendo que el alumno aplique el método científico en la resolución de problemas e induciéndoles a la búsqueda, selección y comunicación de información y resultados usando terminología científica. De nuevo el profesor puede jugar el rol de guía de la actividad proponiendo las preguntas adecuadas en función de la reacción de los alumnos (que no necesariamente tienen que ser las que se proponen).

Dentro del punto 6 del apartado de contenidos (Teoría atómico molecular de la materia) se establece que el alumno debe ser capaz de realizar cálculos estequiométricos; operando con los conceptos de mol, masa molar y pureza de un sólido, entre otros. Aunque no es el objeto de esta práctica, el profesor puede proponer a los alumnos que, utilizando la información de los recipientes que contienen los reactivos sólidos ( $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  y  $\text{KI}$ ), realicen los cálculos oportunos para preparar las disoluciones de cada uno de los compuestos. Si el profesor quiere, puede dedicar una parte de la clase a realizar una explicación sobre la preparación de las disoluciones (uso de material aforado, diferencia entre material volumétrico y no volumétrico, precauciones a la hora de preparar disoluciones, concepto de patrón primario...) y a que los alumnos vean de forma rápida cómo se prepara una disolución

de forma correcta. Como contenidos transversales se puede introducir la importancia que tiene en un laboratorio de análisis la precisión a la hora de preparar reactivos, disoluciones y aplicar las técnicas pertinentes. En un instituto, el contexto, los medios y, sobre todo, el tiempo disponible, no son los adecuados para reproducir las técnicas utilizadas en un laboratorio real. No obstante, es importante que el alumno entienda que a la hora de llevar a cabo, por ejemplo, las técnicas necesarias para determinar el análisis químico de una muestra de agua potable, el trabajador de un laboratorio tiene que ser extremadamente preciso para que el error en la medida sea el mínimo posible. Si no se trabaja con esta precisión, el resultado, más allá de que sea correcto o incorrecto, puede suponer un problema para la salud de la persona que consume el agua. Por este motivo es importante que el alumno entienda que la “química real” de un laboratorio necesita de precisión y rigor en la medida, y no solamente consiste en observar cambios de colores y precipitaciones. Por otro lado, dentro del bloque de contenidos transversales se puede introducir la explicación del proceso de precipitación que da lugar a la formación de un cálculo en el riñón (generalmente de oxalato de calcio). Los alumnos pueden asociar de esta forma que conocer la química de determinados compuestos permite prevenir y curar enfermedades. En este caso, conocer que los cálculos de riñón tienen como origen una reacción de precipitación entre el anión oxalato y el catión  $\text{Ca}^{2+}$ , ha permitido que se puedan dar métodos para prevenir esta patología y que, en el caso de que una persona la padezca, se pueda actuar directamente sobre los cristales de oxalato cálcico para evitar las dolencias al paciente.

Además, en la práctica se abordan contenidos que se engloban dentro del punto 6 (Teoría atómico molecular de la materia), al tratar conceptos relativos a la preparación de disoluciones.

En el punto 7 (El átomo y sus enlaces) del apartado de contenidos, se especifica que el alumno debe conocer los tipos de enlaces que constituyen la materia, así como las propiedades asociadas al tipo de enlaces que presenta la misma. En este caso, se puede realizar un breve recordatorio del enlace iónico y sus características, así como las propiedades generales de las sales y las posibles aplicaciones de las reacciones de precipitación.

Por último, esta experiencia trata contenidos citados en el punto 8 (Estudio de las transformaciones químicas) del apartado de contenidos. Dentro de este punto, se podría incluir esta práctica con la finalidad de explicar las reacciones de precipitación y

dar unas nociones a los estudiantes de a qué fenómeno se refieren los textos cuando hablan de precipitación.



## Atención a la diversidad

Dado el carácter optativo que tienen actualmente los estudios de bachillerato, se considera que el grueso del alumnado, si no la totalidad del mismo, se encuentra lo suficientemente motivado y capacitado para comprender los contenidos de la asignatura “Física y Química” propuestos en el currículo de 1º de bachillerato. No obstante es una actitud responsable por parte del docente considerar la diversidad dentro del aula como algo cotidiano y para lo que hay que desarrollar una serie de estrategias con el fin de que los alumnos comprendan los contenidos incluidos de la mejor manera posible. Aún teniendo unas capacidades y aptitudes mínimas para afrontar el bachillerato, siempre existen alumnos que frente a determinados conceptos muestran más dificultades. Tal vez uno de los objetivos con el que el docente puede introducir este tipo de experiencias de cátedra es, precisamente, el de que todos estos alumnos que puedan presentar dificultades en momentos puntuales del curso, se apoyen en una demostración para la mejor comprensión de los contenidos, es decir, convertir las experiencias de cátedra como elementos de atención a la diversidad. Las actividades experimentales dentro del ámbito de la enseñanza, ya estén planteadas como experiencias de cátedra o como práctica por grupos, presentan la ventaja de que el alumno puede ver los conceptos teóricos aplicados a un caso práctico, lo que puede resultar de gran utilidad para aquellas personas que no son capaces de visualizar un concepto o relacionarlo con un hecho cotidiano.

Aparte de poder actuar como elemento de atención a la diversidad, las experiencias de cátedra pueden sentar las bases para que el alumnado con más inquietudes respecto a un tema en concreto, pueda ampliar sus conocimientos respecto a dicho tema. Al igual que es necesario que el docente plantee actividades para aquellos alumnos con mayores dificultades, también lo es que sepa explotar la curiosidad y capacidades de la sección más apta o con mayor motivación del alumnado. Para todos estos alumnos, se pueden plantear diferentes actividades tomando como excusa y punto de partida los hechos observados en las experiencias de cátedra, proponiendo algunos trabajos de ampliación que servirán para que, en su tiempo libre, el estudiante indague sobre temas científicos relacionados con la práctica.

A continuación se proponen una serie de actividades de ampliación en relación a los contenidos tratados en cada una de las prácticas, para aquellos alumnos que de forma voluntaria, quieran realizar un trabajo corto

Algunos ejemplos de este tipo de actividades de ampliación pueden ser:

Experimento	Actividad de ampliación
Sublimación del yodo	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Comportamiento de la materia a temperaturas cercanas a 0K.</li> <li>✓ ¿Por qué se echa sal al hielo?</li> <li>✓ Descripción de un proceso de destilación.</li> </ul>
La col lombarda como indicador	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Investigación del fenómeno de la lluvia ácida.</li> <li>✓ Tipos de ácidos y bases, y su clasificación en función de su fuerza.</li> <li>✓ Ácidos de Lewis y ácidos de Brønsted.</li> </ul>
Reacción entre el CuO y Zn	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ejemplos de sustancias oxidantes y reductoras comerciales.</li> <li>✓ Reacciones redox en la industria farmacéutica.</li> <li>✓ Indagación sobre los diferentes tipos de radiación.</li> <li>✓ Introducción al ajuste por el método del ion electrón.</li> </ul>
Moneda de cobre, plata y oro	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La alquimia.</li> <li>✓ Explicaciones incorrectas a hechos científicos.</li> <li>✓ Las aleaciones de uso cotidiano.</li> <li>✓ El uso de aleaciones en aviones.</li> <li>✓ El uso de aleaciones en medicina.</li> <li>✓ El acero inoxidable.</li> </ul>
Reacciones de precipitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Formación de cálculos de riñón y su relación con las reacciones de precipitación.</li> <li>✓ Aplicaciones en química de las reacciones de precipitación.</li> <li>✓ El producto de solubilidad como indicador de la solubilidad de una sal.</li> <li>✓ Relación de la solubilidad con la polaridad de los solutos y disolventes.</li> </ul>

## Evaluación

Pese a que las experiencias de laboratorio, en este caso planteadas como experiencias de cátedra, son actividades que resultan difíciles de evaluar, existen algunos recursos de los que puede hacer uso el docente para que este tipo de actividades tengan cierto grado de importancia de cara a la calificación de la asignatura. Dos de los factores más fácilmente evaluables son, en primer lugar, la actitud y en segundo lugar, un factor más objetivo, como es que las respuestas a las preguntas planteadas sean correctas.

De esta forma se puede establecer una evaluación para este tipo de actividades:

Será evaluado positivamente:

- ✓ Que un alumno responda de forma correcta y argumentada una o varias de las preguntas propuestas. (+ 0.1 puntos cada 3 preguntas acertadas)
- ✓ Que el alumno realice preguntas relacionadas con los experimentos con un grado de madurez propio del nivel que cursa. (+ 0.1 puntos cada 4 preguntas formuladas)
- ✓ Mantener una actitud positiva, sin distraer a los compañeros y prestando atención al profesor. (El profesor tendrá en cuenta este tipo de actitudes de cara a favorecer al alumno en una situación dudosa en la evaluación)
- ✓ Entrega opcional de un pequeño resumen de la práctica (1 hoja por las dos caras como máximo) en el que figure: (+ 0.5 puntos)
  - Resumen de la práctica.
  - Discusión y justificación de resultados.
  - Relación de la práctica con los contenidos tratados en clase.
  - Posibles preguntas que se puede plantear al alumno.
- ✓ Realización de trabajos de ampliación propuestos para aquellos alumnos que muestren capacidades o intereses especiales por determinados contenidos de la materia. Trabajo de 2 hojas de extensión, a realizar en casa, que trate sobre el contenido elegido por el alumno (de entre todos los propuestos) y que será corregido por el profesor. (0.5 puntos)

Será evaluado negativamente:

- ✗ Que el alumno muestre una actitud dispersa y que distraiga al resto de compañeros. (-0.1 puntos)
- ✗ Que se interprete el tiempo destinado a la parte experimental como tiempo de ocio, dando lugar a conductas inadecuadas en un aula o laboratorio. (El profesor

tendrá en cuenta este tipo de actitudes de cara a favorecer al alumno en una situación dudosa en la evaluación).

- ✘ Que el alumno, intencionadamente, utilice el material de forma inadecuada. (-0.3 puntos).
- ✘ Que el alumno lleve a cabo conductas irresponsables con el material y reactivos poniendo en peligro su integridad o la de sus compañeros. (El profesor se reserva el derecho de tomar las medidas oportunas en función del tipo de conducta llevada a cabo y su gravedad).

Las puntuaciones que se proponen se sumarán a la nota final obtenida por el alumno al término de cada evaluación, pudiendo sumar un máximo de 0.5 puntos por acumulación de respuestas acertadas y por plantear preguntas y de 0.5 puntos por hacer los trabajos. Los trabajos de ampliación opcionales serán calificados por el profesor y podrán suponer hasta 0.5 puntos a sumar a la calificación final obtenida por el alumno. De esta forma el estudiante se plantea este tipo de actividades como un elemento en el que poder mejorar su calificación (hasta 1 punto a sumar a la calificación final), lo que favorece tanto al alumno como al desarrollo de los experimentos. Por otro lado, el mal uso intencionado del material puede suponer perder hasta 1 punto en la calificación final de la evaluación correspondiente y las conductas irresponsables con los reactivos y materiales supondrán que el profesor pueda utilizar dichas conductas como justificación para suspender al alumno.

*Valoración personal  
y conclusiones*



## Valoración personal

### ¿Por qué son importantes los experimentos de cátedra?

Bajo mi punto de vista la introducción de contenidos prácticos en las asignaturas de ciencias (Tecnología, Biología, Física y Química...) constituye un nexo de unión entre la parte teórica, que resulta más tediosa y árida para los estudiantes, y la aplicación práctica en la vida real de dicha teoría, donde los conceptos estudiados en clase se manifiestan a través de diversos fenómenos. Por un lado, no hay que olvidar que la finalidad de la existencia de asignaturas de ciencias en el currículum de la E.S.O. y bachillerato es la de poder entender el funcionamiento de un mundo que cada vez hace más uso de la ciencia y la tecnología. Los conceptos teóricos trasladados a un experimento de cátedra (o una práctica para los alumnos) permiten visualizar de forma prácticamente inmediata (sin que transcurra un lapso de tiempo grande entre la explicación teórica y la visualización del fenómeno) un hecho en el que se manifiestan los contenidos que se han tratado en clase. De esta forma, el estudiante puede comprender mejor cómo son en la vida real los fenómenos que ha estudiado, pudiendo relacionarlos con situaciones cotidianas. Se podría hacer un símil entre la enseñanza en ciencias, con y sin experiencias de laboratorio y la diferencia entre leer un libro y ver una película que trata sobre ese libro. Cuando una persona lee un libro, pese a lo detallado de la descripción que pueda hacer el autor de un personaje o escenario, siempre hay una pequeña parte de esa descripción que queda supeditada a la interpretación del lector. Cuando el lector ve la película basada en el libro, el director se ha encargado de hacer una caracterización del personaje y los escenarios, de tal forma que no deja lugar a interpretaciones. En este punto surge la valoración del espectador que, casi con total probabilidad, afirma "yo no me lo había imaginado así". Cuando el docente se limita a explicar únicamente teoría, el alumno, por mucho que estudie, genera una imagen de la ciencia que puede dar lugar a interpretaciones erróneas. En definitiva, lo que en un libro conduce al desarrollo de la imaginación, lo cual es muy positivo, en la enseñanza puede dar lugar a una interpretación incorrecta de un fenómeno por parte del estudiante, lo cual no tiene que ser necesariamente negativo si el docente es capaz de reconducir este pensamiento. Cuando el profesor realiza experiencias de cátedra, el alumno puede observar la explicación teórica trasladada a un contexto práctico y por lo tanto real, donde las leyes y teoremas no siempre se cumplen y donde los conceptos explicados toman forma. De esta manera, y si la explicación de la práctica se adapta al nivel en el que se imparte, el alumno puede juzgar un hecho práctico de forma objetiva con los conocimientos de los que dispone, surgiendo la misma afirmación que en el caso del libro y la película "yo no me lo había imaginado así". Los experimentos trasladados al aula permiten al alumno valorar un hecho

observable con argumentos científicos y por lo tanto objetivos, lo que hace que se familiarice con la argumentación científica y la ciencia como herramienta para elaborar argumentos. En ningún caso se pretende que el alumno pierda su parte creativa, necesaria en muchos casos para que se desarrolle una motivación hacia la ciencia, simplemente se utilizan los experimentos para establecer unos límites a la interpretación del alumno y que las ideas que puedan surgir estén siempre amparadas, en la medida de lo posible, dentro de un contexto correcto y argumentado.

Como se ha citado anteriormente, el error es una parte importante dentro del proceso de formación del alumnado, ya que permite al estudiante asumir que hay muchos hechos que requieren una explicación basada en argumentos científicos. El docente debe asumir que los errores existen y existirán siempre en aula, pero debe ser capaz de reconducir los pensamientos erróneos hacia la argumentación objetiva de los hechos, para lo cual, una de las metodologías que resultan de mayor utilidad son los experimentos de cátedra.

### **¿Por qué no se dedica el suficiente tiempo a las experiencias de cátedra?**

En este caso se puede enfocar desde otro punto de vista el símil del libro y la película para entender la relación entre las personas encargadas de legislar sobre educación y las personas que trabajan en el ámbito educativo. Esta relación se podía resumir en: “El libro cuenta una historia, pero no todo lo que dice el libro puede ser llevado a la película.” Los docentes coinciden en que la organización dentro de la educación no es buena; los cambios de leyes, la creciente desmotivación del alumnado o el desprestigio de la profesión docente, son parte de los motivos por los que la educación no funciona todo lo bien que debería. Desde las administraciones se imponen unos currículos absurdos, sin tener en cuenta las características de los cursos para los que se proponen (por ejemplo, la asignatura “Historia de España” de 2º de bachillerato tiene un currículo tan abultado que muchos profesores optan directamente por impartir únicamente la primera parte de la asignatura) y se establecen cambios continuos que impiden que se pueda desarrollar un proyecto educativo a largo plazo. En muchos casos la falta de tiempo debida a los currículos tan extensos, es un factor que juega en contra de la organización de actividades como las experiencias de cátedra, ya que el docente, al verse con tan poco tiempo, opta por limitarse a impartir los contenidos teóricos. La posición de profesor de prácticas, por la que recientemente hemos pasado todos los estudiantes de este máster, goza de cierto privilegio en cuanto a tiempo disponible, falta real de responsabilidades, la no obligatoriedad de asistir a claustros y reuniones... Al organizar las prácticas he podido ser

consciente de que el primer factor que juega en contra de la implantación de este tipo de actividades en los centros educativos es la escasez de tiempo. Para organizar una práctica de laboratorio que complemente una explicación teórica, hay que adaptar la explicación a la práctica, lo que supone un tiempo del que no se dispone si se está dando clase a 8 cursos a la vez. Por otro lado el material deber estar preparado antes de empezar la clase y recogido antes de que termine la misma, ya que en muchos casos los profesores cambian de aula de una clase a otra.

Otro de los factores que, a mi entender, dificultan la implantación de las experiencias de cátedra es el hecho de que en un clase hay un único profesor dentro del aula lo que supone asumir una serie de riesgos que no todo docente está dispuesto a asimilar ya que el uso de reactivos químicos, y más en presencia de estudiantes de edades por debajo de los 18 años, puede resultar peligroso si hay un despiste o alguno de los alumnos opta por llevar a cabo una conducta irresponsable. Por otro lado, el elevado número de alumnos dentro del aula, dificulta sensiblemente la elaboración de prácticas, ya que resulta más difícil controlarlos y la propia naturaleza de la actividad hace que se despisten con más frecuencia.

El último de los factores reseñables que, desgraciadamente, juega en contra de la implantación de experiencias de cátedra en la educación, es la falta de fondos económicos, o más bien dicho, la priorización de otras actividades en detrimento de la educación. En este trabajo se ha hecho hincapié en mostrar el presupuesto necesario para llevar a cabo cada una de las prácticas para que, en el caso de ser implantadas en la programación en un instituto, se conozca cuál es el presupuesto con el que se debe contar para realizarlas desde cero. Si se lleva a cabo un cálculo aproximado el presupuesto que se debería gastar un departamento para poder realizar las cinco prácticas propuestas, sería de aproximadamente 750 €. En la situación actual, este gasto es inasumible para la mayoría de los institutos, que en casos extremos, están advirtiendo a los profesores de que eviten hacer fotocopias para ahorrar. La falta de fondos destinados a la educación y la mala gestión de los mismos, hacen que los institutos se encuentren cada vez con mayores dificultades para surtirse del material necesario para realizar las prácticas de laboratorio, lo que supone, junto a la falta de tiempo y la falta de iniciativa por parte del personal docente, la principal causa de que no se elaboren este tipo de experiencias. Aunque a priori pueda parecer que las experiencias de cátedra son prescindibles, los docentes de asignaturas de ciencias suelen coincidir en su importancia de cara a que el alumno se familiarice con el método científico y que sea vea capaz de explicar algunos hechos con los conocimientos científicos de los que dispone.

Al poder realizar este tipo de actividades frente a una clase de 1º de bachillerato (o de cualquier nivel académico) el docente se da cuenta de que realmente son actividades útiles y que tienen una gran acogida por parte del estudiante. Es por esto que los futuros docentes deberíamos buscar estrategias para que el dinero, el tiempo y la falta de iniciativa, dejen de ser excusas para no mostrar al alumno la ciencia tal y como es, una disciplina experimental.

## Conclusiones

- ✓ Los experimentos de cátedra son elementos que actúan como un potente elemento motivador dentro de una situación de enseñanza aprendizaje.
- ✓ Los experimentos de cátedra permiten a los alumnos asimilar mejor los contenidos teóricos y son actividades que resultan muy interesantes de cara a potenciar el espíritu crítico del alumnado.
- ✓ Mostrar un hecho práctico en el que se manifieste un teorema o un apartado de la teoría permite al alumno afianzar sus conocimientos y facilita el aprendizaje.
- ✓ La preparación de experimentos requiere de tiempo y de fondos, recursos de los que actualmente no se dispone en un instituto.
- ✓ Las experiencias de cátedra, pese a no ser ninguna novedad dentro del mundo de la enseñanza, pueden ser utilizadas de cara a impartir una clase con un método alternativo al tradicional.
- ✓ El contexto en el que se desarrollan las experiencias es el idóneo para que surjan preguntas de todo tipo que sirven tanto para que el alumno se forme, como para que el profesor crezca como profesional.

# *Bibliografía*



## Bibliografía:

### Libros de texto:

Del Barrio, J.I.; Puente, J.; Caamaño, A.; Agustench, M.; (2008) Física y Química. 1º de Bachillerato. 1ª edición. Barcelona: SM.

Del Barrio, J.I.; Puente, J.; Caamaño, A.; Agustench, M.; (2008) Soluciones Física y Química. 1º de Bachillerato. 1ª edición. Barcelona: SM.

### Libros de consulta:

Vollhardt, K.P.C; Shore, N.E; (2008) Química orgánica: Estructura y función. 5ª edición (Edición española). Barcelona: Omega.

Petrucci, R.H; Herring, G.; Madura, J.D; Bissonete C.; (2011) Química general. 10ª edición. Madrid. Pearson education

### Legislación de Física y Química en 1º de bachillerato:

B.O.C. y L. - N.º 111 Miércoles, 11 de junio 2008. Pág.11355 a 11357.

### Bibliografía web:

#### Experiencias de cátedra y enseñanza tradicional:

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/Introduccion/fisica/fisica2.htm>

Fecha de consulta: 19/06/2015

#### Web de experimentos de química:

[www.quimicefa.com](http://www.quimicefa.com)

Fecha de consulta: 18/04/2015

<http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/taller/quimica/reacciones/default.asp>

Fecha de consulta: 24/04/2015

#### Sublimación del yodo: (Imagen)

<http://definicion.de/sublimacion-2/>

Fecha de consulta: 17/06/2015

Autor: Juan María Fernández

*Experimento de la col lombarda:*

<http://www.quimicefa.com/36/la-col-lombarda-un-indicador-acido-base.html>

Fecha de consulta: 18/04/2015

*Práctica de la moneda:*

<http://aulas.iesjorgemanrique.com/calculus/quimica/practicaslab/laton/laton.html>

Fecha de consulta: 17/04/2015

Autor: Juan María Fernández

<http://quicarecreativa.blogspot.com.es/2010/09/fabricando-monedas-de-plata-y-oro.html> (Imagen)

Fecha de consulta: 17/06/2015

Autor: Jose Crecente

*Reacciones de precipitación:*

[https://www.dartmouth.edu/~chemlab/chem3-5/qual\\_cat/overview/procedure.html](https://www.dartmouth.edu/~chemlab/chem3-5/qual_cat/overview/procedure.html)

[https://www.dartmouth.edu/~chemlab/chem3-5/qual\\_cat/overview/procedure.html](https://www.dartmouth.edu/~chemlab/chem3-5/qual_cat/overview/procedure.html)

Fecha de consulta: 10/06/2015

Autor: Dartmouth College

*Datos generales de compuestos:*

<https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia%3aPortada>

*Suministro de material y reactivos:*

<https://www.labbox.com/es/productos/>

*Anexo*



## Anexo: Física y Química en 1º de bachillerato

**B.O.C. y L. - N.º 111 Miércoles, 11 de junio 2008 11355 a 11357.**

### Objetivos

La enseñanza de la Física y la Química en el bachillerato tendrá como finalidad contribuir al desarrollo de las siguientes capacidades:

1. Conocer los conceptos, leyes, teorías y modelos más importantes y generales de la física y la química, así como las estrategias empleadas en su construcción, con el fin de tener una visión global del desarrollo de estas ramas de la ciencia y de su papel social, de obtener una formación científica básica y de generar interés para poder desarrollar estudios posteriores más específicos.
2. Aplicar los conceptos, leyes, teorías y modelos aprendidos a situaciones cotidianas.
3. Utilizar, con autonomía creciente, estrategias de investigación propias de las ciencias (planteamiento de problemas, formulación de hipótesis fundamentadas; búsqueda de información; elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales; realización de experimentos en condiciones controladas y reproducibles, análisis de resultados, etc.) relacionando los conocimientos aprendidos con otros ya conocidos y considerando su contribución a la construcción de cuerpos coherentes de conocimientos y a su progresiva interconexión.
4. Familiarizarse con la terminología científica para poder emplearla de manera habitual al expresarse en el ámbito científico, así como para poder explicar expresiones científicas del lenguaje cotidiano y relacionar la experiencia diaria con la científica.
5. Utilizar de manera habitual las tecnologías de la información y la comunicación, para realizar simulaciones, tratar datos y extraer y utilizar información de diferentes fuentes, evaluar su contenido y adoptar decisiones.
6. Familiarizarse con el diseño y realización de experimentos físicos y químicos, utilizando la tecnología adecuada para un funcionamiento correcto, con una atención particular a las normas de seguridad de las instalaciones.
7. Reconocer el carácter tentativo y creativo del trabajo científico, como actividad en permanente proceso de construcción, analizando y comparando hipótesis y teorías contrapuestas a fin de desarrollar un pensamiento crítico, así como valorar las aportaciones de los grandes debates científicos al desarrollo del pensamiento humano.
8. Apreciar la dimensión cultural de la física y la química para la formación integral de las personas, así como saber valorar sus repercusiones en la sociedad y en el medio

ambiente y contribuir con criterio científico, dentro de sus posibilidades, a construir un futuro sostenible, participando en la conservación, protección y mejora del medio natural y social.

## Contenidos

### 1. *Contenidos comunes:*

- ✓ Utilización de estrategias básicas de la actividad científica tales como el planteamiento de problemas y la toma de decisiones acerca del interés y la conveniencia o no de su estudio; formulación de hipótesis, elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales y análisis de los resultados y de su fiabilidad.
- ✓ Búsqueda, selección y comunicación de información y de resultados utilizando la terminología adecuada.

### 2. *Estudio del movimiento:*

- ✓ Importancia del estudio de la cinemática en la vida cotidiana y en el surgimiento de la ciencia moderna.
- ✓ Sistemas de referencia inerciales. Magnitudes necesarias para la descripción del movimiento. Iniciación al carácter vectorial de las magnitudes que intervienen.
- ✓ Movimientos con trayectoria rectilínea: uniforme y uniformemente variado. Movimiento circular uniforme.
- ✓ Las aportaciones de Galileo al desarrollo de la cinemática y de la ciencia en general. Problemas a los que tuvo que enfrentarse. Superposición de movimientos: tiro horizontal y tiro oblicuo.
- ✓ Estudio de situaciones cinemáticas de interés, como el espacio requerido para el frenado, la influencia de la velocidad en un choque, etc. Aplicación de estas situaciones a la educación vial.

### 3. *Dinámica:*

- ✓ De la idea de fuerza de la física aristotélico-escolástica al concepto de fuerza como interacción.
- ✓ Revisión y profundización de las leyes de la dinámica de Newton. Cantidad de movimiento y principio de conservación. Importancia de la gravitación universal y de sus repercusiones en los diferentes ámbitos.

- ✓ Estudio de algunas situaciones dinámicas de interés teórico y práctico: peso, fuerzas de fricción en superficies horizontales e inclinadas, tensiones y fuerzas elásticas. Dinámica del movimiento circular uniforme.
4. *La energía y su transferencia: trabajo y calor:*
- ✓ Revisión y profundización de los conceptos de energía, trabajo y calor y sus relaciones. Eficacia en la realización de trabajo: potencia. Formas de energía.
  - ✓ Principio de conservación y transformación de la energía. Primer principio de la termodinámica. Degradación de la energía.
  - ✓ Profundización en el estudio de los problemas asociados a la obtención y consumo de los recursos energéticos. Perspectivas actuales: Energía para un futuro sostenible.
5. *. Electricidad:*
- ✓ Revisión de la fenomenología de la electrización y la naturaleza eléctrica de la materia ordinaria. Ley de Coulomb.
  - ✓ Introducción al estudio del campo eléctrico; concepto de potencial.
  - ✓ La corriente eléctrica; ley de Ohm; asociación de resistencias. Efectos energéticos de la corriente eléctrica. Aplicación al estudio de circuitos básicos. Generadores de corriente.
  - ✓ La energía eléctrica en las sociedades actuales: profundización en el estudio de su generación, consumo y repercusiones de su utilización.
6. *Teoría atómico molecular de la materia:*
- ✓ Revisión y profundización de la teoría atómica de Dalton. Interpretación de las leyes básicas asociadas a su establecimiento.
  - ✓ Masas atómicas y moleculares. Una magnitud fundamental: la cantidad de sustancia y su unidad, el mol. Número de Avogadro.
  - ✓ Ecuación de estado de los gases ideales.
  - ✓ Determinación de fórmulas empíricas y moleculares.
  - ✓ Preparación de disoluciones de concentración determinada: tanto por ciento en masa y volumen, g/l y molaridad.

### 7. *El átomo y sus enlaces:*

- ✓ Primeros modelos atómicos: Thomson y Rutherford. Distribución electrónica en niveles energéticos. Los espectros y el modelo atómico de Bohr. Sus logros y limitaciones. Introducción cualitativa al modelo cuántico.
- ✓ Abundancia e importancia de los elementos en la naturaleza. Sistema periódico, justificación y aportaciones al desarrollo de la química.
- ✓ Enlaces iónico, covalente, metálico e intermoleculares. Propiedades de las sustancias.
- ✓ Formulación y nomenclatura de los compuestos inorgánicos, siguiendo las normas de la IUPAC.

### 8. *Estudio de las transformaciones químicas:*

- ✓ Importancia del estudio de las transformaciones químicas y sus implicaciones.
- ✓ Interpretación microscópica de las reacciones químicas. Concepto de velocidad de reacción. Influencia de la variación de concentración y temperatura en la velocidad de reacción. Comprobación experimental. Estequiometría de las reacciones. Reactivo limitante y rendimiento de una reacción.
- ✓ Química e industria: materias primas y productos de consumo. Implicaciones de la química industrial.
- ✓ Valoración de algunas reacciones químicas que, por su importancia biológica, industrial o repercusión ambiental, tienen mayor interés en nuestra sociedad. El papel de la química en la construcción de un futuro sostenible.

### 9. *Introducción a la química orgánica:*

- ✓ Orígenes de la química orgánica: superación de la barrera del vitalismo. Importancia y repercusiones de las síntesis orgánicas.
- ✓ Posibilidades de combinación del átomo de carbono. Introducción a la formulación de los compuestos de carbono.
- ✓ Los hidrocarburos: aplicaciones, propiedades y reacciones químicas. Fuentes naturales de hidrocarburos. El petróleo y sus aplicaciones.
- ✓ El desarrollo de los compuestos de síntesis: de la revolución de los nuevos materiales a los contaminantes orgánicos permanentes. Ventajas e impacto sobre la sostenibilidad.

## Contenidos estructurados en unidades didácticas

	Bloque de contenidos	Unidades didácticas
Contenidos de Física	Contenidos comunes	1. Magnitudes físicas y unidades
	Estudio del movimiento	2. El movimiento y su descripción
		3. Estudio de diversos movimientos
	Dinámica	4. La fuerza y los principios de la dinámica
		5. Dinámica práctica
	La energía y su transferencia	6. Energía mecánica y trabajo
		7. Energía térmica y calor
	Electricidad	8. Electrostática
		9. Corriente eléctrica
Contenidos de Química	Teoría atómico molecular de la materia	10. La materia y sus propiedades
		11. Leyes fundamentales de la Química
	El átomo y sus enlaces	12. Estructura atómica
		13. Sistema periódico
		14. Enlace químico
	Estudio de las transformaciones químicas	15. Reacciones químicas
		16. Aspectos energéticos y cinéticos de las reacciones químicas
	Introducción a la química orgánica	17. Química del C
18. La variedad de los compuestos del C		

## Criterios de evaluación

1. Analizar situaciones y obtener información sobre fenómenos físicos y químicos utilizando las estrategias básicas del trabajo científico.
2. Aplicar las estrategias propias de la metodología científica a la resolución de problemas relativos a los movimientos generales estudiados: uniforme, rectilíneo y circular, y rectilíneo uniformemente acelerado. Analizar los resultados obtenidos e interpretar los posibles diagramas. Emplear adecuadamente las unidades y magnitudes apropiadas.
3. Describir los principios de la dinámica en función del momento lineal. Reconocer y calcular dichas fuerzas en trayectorias rectilíneas, sobre planos horizontales e inclinados, con y sin rozamiento; así como en casos de movimiento circular uniforme. Aplicar el principio de conservación de la cantidad de movimiento para explicar situaciones dinámicas cotidianas.

4. Aplicar la ley de la gravitación universal para la atracción de masas, especialmente en el caso particular del peso de los cuerpos.
5. Aplicar los conceptos de trabajo y energía, así como la relación entre ellos. Aplicar el principio de conservación y transformación de la energía en la resolución de problemas (cuerpos en movimiento y/o bajo la acción del campo gravitatorio terrestre...). Diferenciar entre trabajo y potencia.
6. Conocer los fenómenos eléctricos de interacción, así como sus principales consecuencias. Aplicar la Ley de Coulomb para el cálculo de fuerzas entre cargas. Calcular la intensidad de campo y el potencial eléctrico creado por una carga en un punto.
7. Reconocer los elementos de un circuito y los aparatos de medida más comunes. Resolver, tanto teórica como experimentalmente, diferentes tipos de circuitos sencillos.
8. Interpretar las leyes ponderales y las relaciones volumétricas de Gay-Lussac. Aplicar el concepto de cantidad de sustancia y su medida. Aplicar la ley de los gases ideales para describir su evolución. Determinar fórmulas empíricas y moleculares. Realizar los cálculos necesarios para preparar una disolución de concentración conocida.
9. Justificar la existencia y evolución de los modelos atómicos, valorando el carácter tentativo y abierto del trabajo científico. Diferenciar los tipos de enlace y asociarlos con las propiedades de las sustancias.
10. Formular y nombrar correctamente sustancias químicas inorgánicas.
11. Reconocer la importancia de las transformaciones químicas, en particular reacciones de combustión y ácido base. Analizar ejemplos sencillos llevados a cabo en el laboratorio, así como entender las repercusiones de las transformaciones en la industria química. Interpretar microscópicamente una reacción química como reorganización de átomos. Reconocer, y comprobar experimentalmente, la influencia de la variación de concentración y temperatura sobre la velocidad de reacción. Realizar cálculos estequiométricos en ejemplos de interés práctico.
12. Identificar las propiedades físicas y químicas de los hidrocarburos, así como su importancia social y económica, y saber formularlos y nombrarlos aplicando las reglas de la IUPAC. Valorar la importancia.

Dado que este trabajo se centra en el desarrollo de experimentos de cátedra para 1º de Bachillerato, la mayoría de los contenidos a los que se hará referencia en el desarrollo de los experimentos estarán vinculados a la parte de Química de la asignatura Física y Química, la

cual se extiende entre los puntos 6 y 9 del apartado “contenidos”, dentro de la sección “Física y química en 1º de bachillerato”.