



---

**Universidad de Valladolid**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**Máster de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y  
Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.**

**(Especialidad: Física y Química 2018-2019)**

**“LA QUÍMICA COTIDIANA COMO RECURSO PARA  
LA ENSEÑANZA DE LA TRANSFERENCIA DE  
ENERGÍA EN PROCESOS QUÍMICOS”**

**AUTORA: NEREA CAPÓN ALONSO**

**TUTORA: CARMEN LAVÍN**

**JUNIO 2019**



## RESUMEN

En este Trabajo de Fin de Máster se presenta una propuesta educativa basada en la utilización de la química cotidiana como recurso didáctico para la enseñanza de la “transferencia de energía en los procesos químicos”. Esta materia forma parte de los contenidos curriculares de las asignaturas *Física y Química* del cuarto curso de la Enseñanza Secundaria Obligatoria y del primer curso de Bachillerato. En el desarrollo de la propuesta se han empleado diferentes metodologías didácticas como la experimentación científica y el aprendizaje basado en problemas.

Se han diseñado una serie de actividades que incluyen búsqueda de información en diferentes fuentes, experimentos, resolución de problemas y visita a una fábrica que elabora productos relacionados con el tema a tratar, con el fin de facilitar la adquisición de los conceptos claves, conseguir un aprendizaje significativo sobre el tema y mostrar las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Las actividades que se exponen en este Trabajo se han realizado con productos y equipos de fácil acceso y de bajo coste, demostrando que se pueden realizar experimentos originales y diferentes que despierten el interés a los alumnos trabajando al mismo tiempo las competencias claves por las que se establece el actual currículo del Sistema Educativo Español.

## ABSTRACT

In this Project of Final of Master an educative proposal based on the usefulness of daily chemistry is presented as a didactic recourse in teaching of “energy transference in chemical processes.” This subject forms part of the curricular contents of *Physics and Chemistry* of the 4<sup>th</sup> course of Secondary Education and 1<sup>st</sup> course of Senior High School Education. Within the development of the proposal, different didactic methodologies have been involved as the scientific experimentation and the learning process based on problems.

A series of activities have been designed which include searching for information in different sources, experiments, problem solutions and visiting a factory that elaborates products related to the subject in dealing, with the aim to facilitate the acquisition of

the fundamental concepts, acquiring a significative learning of the theme and to show the relation among Science, Technology and Society.

The activities which are being exposed in this project, have been carried out with products and equipment of easy accessibility and of low cost, showing that original and different experiments which arise the interest of the students can be carried out working at the same time key competences through which the current Spanish Educative System curriculum is established.

# Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA</b> .....	<b>4</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>8</b>
<b>4. METODOLOGÍA</b> .....	<b>9</b>
4.1. Experimentación científica.....	9
4.2. Aprendizaje basado en problemas .....	10
4.3. La química cotidiana como recurso didáctico en la enseñanza .....	11
<b>5. PROPUESTA EDUCATIVA</b> .....	<b>12</b>
5.1. PROCESOS ENDOTÉRMICOS Y EXOTÉRMICOS (4º ESO).....	12
5.1.1. <i>Intercambios de energía en la vida cotidiana</i> .....	12
5.1.2. <i>Experimentación con procesos endotérmicos y exotérmicos</i> .....	14
5.1.3. <i>Elaboración de bolsas de frío y calor</i> .....	17
5.2. TRANSFERENCIA DE ENERGÍA EN PROCESOS QUÍMICOS (1º BACHILLERATO) .....	25
5.2.1. <i>Transferencia de energía en forma de calor</i> .....	25
5.2.1.1. Actividades introductorias.....	25
5.2.1.2. Medida de cambios de entalpía.....	27
5.2.1.3. Estudio del funcionamiento de las bebidas autocalentables .....	37
5.2.2. <i>Transferencia de energía en forma de luz: Detectives por un día</i> .....	45
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	<b>53</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>54</b>
<b>8. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS</b> .....	<b>56</b>



## 1. INTRODUCCIÓN

Durante el siglo XX la química ha sufrido un excepcional desarrollo en investigación, que no ha estado siempre acompañado de los mismos avances en el campo de la enseñanza de la química. La reforma del sistema educativo y de los contenidos curriculares en la enseñanza secundaria obligatoria y en el bachillerato ha supuesto una modificación de los objetivos del área de ciencias (Caamaño, 2001).

En la Educación Secundaria y en el Bachillerato son una realidad las dificultades detectadas en los alumnos en el aprendizaje de los temas de ciencias, y más concretamente de la Química. Estos problemas conllevan a que tengan una actitud pasiva en el aula, a mostrar desinterés hacia la asignatura, a la desmotivación, etc. traduciéndose todo esto en malos resultados en esta materia y un descenso de rendimiento académico (Cárdenas, 2006).

Estas dificultades podrían ser las causantes de que las últimas décadas apunten a un descenso de matrículas en ciencias experimentales tanto en el Bachillerato como en los estudios universitarios en todos los países (Galagovsky, 2005). Un estudio sobre la motivación acerca de la asignatura de *Física y Química* en Educación Secundaria Obligatoria (ESO) realizado por Solbes (2011) con estudiantes de cuarto curso ha presentado unos resultados un tanto negativos, ya que consideran esta disciplina de menor interés que Inglés, Tecnología, Matemáticas, Ciencias Sociales, Educación Física y Educación Plástica. Se encuentra igualada en cuestiones de interés con Lengua y les resulta más atractiva que la Biología, Geología y Música. Este autor concluye afirmando que *“La física, la Química... son aburridas para el alumnado, difíciles y excesivamente teóricas”*.

En su estudio, Solbes (2011) también ha realizado entrevistas a los estudiantes, donde cabe destacar algunos de sus comentarios: *“tantas reacciones y reacciones, ¿para qué? Nunca he visto ninguna”*, *“no con tantas fórmulas, más entendible”*, *“ya es difícil aprobar Bachillerato como para coger el científico”*, *“no ver aplicaciones de la ciencia”*. Si se analizan estas reflexiones de los alumnos, se descubre que los

principales problemas son la ausencia de realizar actividades experimentales en el laboratorio, la desconexión de la ciencia con la vida y la dificultad que conlleva no entender lo que se estudia.

Se considera que para la comprensión de las ciencias es casi imprescindible relacionarlas con la vida real, para despertar el interés de los alumnos y responder así a sus necesidades (Meroni y col. 2015). Por ello, en las últimas décadas se ha constituido un movimiento pedagógico-didáctico sobre ciencias, tecnología y sociedad (CTS) el cual ha renovado en cierto modo la enseñanza en ciencias (Martínez y col. 2007). Este enfoque favorece una formación científica más cercana a los alumnos, relacionando la ciencia con la tecnología y haciéndoles entender fenómenos que les rodean en su vida diaria.

En el presente Trabajo Fin de Master se presenta una propuesta docente para la enseñanza de los cambios de energía que acompañan a los procesos químicos en el cuarto curso de la ESO y en el primer curso de Bachillerato utilizando como recurso elementos de la vida cotidiana. Se pretende que, de esta manera, la materia a tratar resulte más sencilla a los alumnos, estén más motivados y su aprendizaje sea significativo.

Según Trejo y col. (2009) en educación secundaria y niveles superiores menos de un 30% de los alumnos contesta correctamente a preguntas sobre los cambios de energía asociados a las reacciones químicas. Por ello, es imprescindible buscar un enfoque diferente, relacionando la transferencia de energía en procesos químicos con la vida cotidiana y realizando experimentos que lo verifiquen.

Cuando se habla de cotidiano, se refiere a lo se ve a diario, lo que resulta frecuente o habitual para relacionar fácilmente. Por tanto, se entiende por Química Cotidiana según De Manuel (2004), la que se basa en *“los fenómenos químicos que resultan familiares a los alumnos o semejantes a otros fenómenos familiares, fácilmente inteligibles y utilizables para el aprendizaje de la química.”*

Para despertar el interés de los alumnos sobre esta materia es indispensable motivarlos, que se den cuenta que la química es una materia atractiva con cuantiosas aplicaciones en la vida, ya que al final estamos rodeados de ella aunque, la mayoría de



las veces, no seamos conscientes. Es necesario demostrar a los estudiantes que los procesos químicos tienen lugar a nuestro alrededor diariamente.

Uno de los principales motivos que me ha llevado a escoger este tema, es por las aplicaciones tan interesantes que presenta para explicar a alumnos de niveles de secundaria y bachillerato. Otro de los motivos es la facilidad con la que se pueden realizar algunos experimentos que ayudan a una mejor comprensión de conceptos abstractos y de fenómenos de la vida diaria. Por ello, en este trabajo se proponen una serie de actividades que consisten en la búsqueda de información, en la elaboración de prácticas de laboratorio, resolución de problemas y salidas organizadas, con el fin de aplicar los conceptos y teorías de la química a hechos cotidianos y, así, facilitar el aprendizaje a los alumnos.

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA

El presente Trabajo de Fin de Máster está enmarcado dentro del “Máster de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas” en la especialidad de Física y Química de la Universidad de Valladolid.

Las actividades que se proponen para la enseñanza y el aprendizaje de la transferencia de energía en los procesos químicos se enmarcan en las asignaturas troncales de “Física y Química” de 4º de ESO y 1º de Bachillerato y siguen la normativa vigente para los estudios de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato.

La ORDEN EDU/362/2015, del 4 de mayo publicada en el Boletín Oficial de Castilla y León (BOCyL) “por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León”, incluye en la asignatura de Física y Química del cuarto curso de la ESO el Bloque 5 “Los cambios” en el que se enmarcan las actividades diseñadas en el presente trabajo para este nivel educativo.

En concreto, los contenidos que se tratan en el presente trabajo incluidos en el bloque citado son:

- **Calor de reacción. Reacciones exotérmicas y endotérmicas.**

En la Tabla 1 se muestran los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables correspondientes a dichos contenidos.

**Tabla 1.** Extracto del currículo de la normativa vigente. Bloque 5: Los cambios (4º ESO).

Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Interpretar ecuaciones termoquímicas y distinguir entre reacciones endotérmicas y exotérmicas.	Determina el carácter endotérmico o exotérmico de una reacción química analizando el signo del calor de reacción asociado.

Cabe destacar que en la página 32123 del BOCyL de la ORDEN EDU/362/2015, se señala que la asignatura de Física y Química “como disciplina científica debe

*proporcionarles los conocimientos y destrezas necesarios para desenvolverse en la vida diaria...”.*

La presente propuesta docente para la asignatura de *Física y Química* de 1º de Bachillerato corresponde al Bloque 4: “Transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones químicas” fijado en la ORDEN EDU/363/2015, del 4 de mayo (BOCyL, 2015) por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León.

A continuación se citan los contenidos curriculares del Bloque 4 que se abordan en el presente trabajo.

- **La energía de las reacciones químicas. Sistemas termodinámicos. Variables y funciones de estado.**
- **Calor de reacción. Entalpías. Entalpía de formación estándar.**

Los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables correspondientes a los contenidos que se van a trabajar se muestran en la Tabla 2,

**Tabla 2.** Extracto del currículo de la normativa vigente. Bloque 4: Transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones químicas. (1º Bachillerato)

Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Interpretar ecuaciones termoquímicas y distinguir entre reacciones endotérmicas y exotérmicas.	Expresa las reacciones mediante ecuaciones termoquímicas.
Conocer las posibles formas de calcular la entalpía de una reacción química.	Calcula la variación de entalpía, conociendo las entalpías de formación asociadas a una transformación química dada e interpreta su signo.

Es necesario para el estudio de los contenidos a tratar en 1º de Bachillerato, que los alumnos hayan adquirido unos conocimientos sobre el intercambio de energía en procesos químicos en el curso anterior, de tal forma que les facilitará la asimilación y el entendimiento de los nuevos conceptos que se introducirán en este curso.

Además, en el bachillerato, *“Tanto la Física como la Química son ciencias experimentales y, siempre que sea posible, se realizarán experiencias de laboratorio,*

*con las que el alumno irá descubriendo los procedimientos de trabajo del método científico. Esto le va a servir de estímulo en su aprendizaje porque va a ir descubriendo por él mismo y va a ir obteniendo sus propias conclusiones.” (ORDEN EDU/363/2015)*

Por tanto, en este trabajo nos centraremos en aplicar los contenidos citados anteriormente a la vida cotidiana, realizando actividades variadas, donde destacan las experiencias de laboratorio para que los alumnos puedan verificar y comprobar por sí mismos que la materia estudiada tiene aplicaciones reales, muy útiles y la mayoría de las veces desconocidas. Estos contenidos se irán explicando a medida que se presenten las actividades.

Asimismo, en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre (Boletín Oficial del Estado, 2015), “*por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*”, se señala que el aprendizaje se basa en la potenciación de competencias clave incorporadas a los elementos curriculares. En este Trabajo de Fin de Máster se desarrollarán las siguientes:

- Competencia lingüística (CL). Empleo del lenguaje como instrumento para interactuar, expresar ideas de manera oral y escrita.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT). La primera conlleva utilizar el razonamiento matemático para tener la capacidad de solucionar asuntos de la vida diaria. La competencia en ciencia pretende desarrollar habilidades empleando los conocimientos para explicar los fenómenos que nos rodean. Por último, la tecnológica, procura aplicar estos conocimientos para facilitar nuestras necesidades.
- Competencia digital (CD). Capacidad de buscar, analizar y seleccionar información utilizando las TICs (Tecnologías de la Información y la Comunicación), de forma segura y con espíritu crítico.
- Competencia aprender a aprender (CPAA). Esta es fundamental para que se produzca un aprendizaje significativo, implica que el educando adquiera la capacidad de desenvolverse de forma autónoma para completar el aprendizaje. Que consiga saber la meta que puede conseguir por él mismo y con la ayuda de los demás, sabiendo organizar el tiempo de estudio.

- Competencias sociales y cívicas (CSC). Habilidad para relacionarse, interactuar y cooperar de forma activa, participativa y respetuosa con las personas.
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE). Capacidad de tomar decisiones para planificar, organizar y llevar a cabo proyectos.

### 3. OBJETIVOS

Los objetivos que se pretenden alcanzar en este Trabajo de Fin de Máster se exponen a continuación:

- Incorporar aspectos de la vida cotidiana en la enseñanza y el aprendizaje de la Química en los niveles educativos de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato.
- Aumentar la motivación de los alumnos hacia el estudio de la Química y promover el aprendizaje activo.
- Presentar los contenidos químicos relacionándolos con situaciones reales próximas a los alumnos.
- Manejar la terminología y notación científica en la explicación de fenómenos de la vida cotidiana relacionando la experiencia cotidiana con la científica.
- Planificar experimentos utilizando materiales familiares para los alumnos y empleando los procedimientos adecuados para un funcionamiento correcto, con especial atención a las normas de seguridad.
- Plantear problemas relacionados con temas reales de interés para los alumnos, cuya resolución requiere aplicar los conceptos químicos tratados.
- Utilizar las Tecnologías de la Información y la Comunicación para obtener información de diferentes fuentes y desarrollar una actitud crítica frente a dicha información.
- Fomentar el trabajo en equipo, la capacidad de debate y el respeto por las opiniones de los demás.
- Introducir las interacciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad en una materia propia de la Química como es el intercambio de energía en los procesos químicos.
- Comprender el papel de la Química en la vida cotidiana y valorar sus implicaciones en el desarrollo tecnológico y social.

## 4. METODOLOGÍA

A continuación se describen las metodologías didácticas en las que se basa la propuesta docente que se presenta en este Trabajo de Fin de Máster.

### 4.1. Experimentación científica

La Química es una ciencia experimental; por este motivo, el laboratorio en esta asignatura siempre ha sido utilizado como recurso de aprendizaje para actividades prácticas. No obstante, se han realizado investigaciones sobre la contribución que tiene la docencia en el laboratorio a la hora de conseguir un aprendizaje significativo, las cuales muestran cierta incertidumbre en la eficacia de esta metodología (Flores, 2009).

Estas dudas generadas podrían tener origen en la enseñanza tradicional, la cual no contribuye a que los alumnos entiendan la experimentación científica con el desarrollo tipo “recetas de cocina”. Este método ha revelado según Barberá y Valdés (1996) *“poco beneficio para los estudiantes y una sobreestimación de su potencial didáctico”*.

Dentro de los objetivos que se esperan conseguir en la enseñanza de ciencias, destacan los de comprender, aprender, realizar y aprender a hacer. Todos ellos son imprescindibles para lograr que los trabajos experimentales sean eficaces, pero lo primordial para lograr una experimentación con éxito es motivar a los alumnos, despertar su interés y que visualicen lo que les rodea (Séré, 2002).

Por tanto, para llevar la ciencia a la práctica, además de lo dicho anteriormente, es necesario adquirir ciertas habilidades para realizar procedimientos y métodos científicos siguiendo un orden y sentido para facilitar esta metodología, que según Hodson (1994) sería el siguiente:

1. Planificación y diseño
2. Procedimiento experimental y recogida de resultados
3. Conclusiones de los resultados obtenidos
4. Realización de un informe

Una de las dificultades más comunes para llevar a cabo esta método es, según Rodríguez López (2013), que los profesores se encuentran a diario con centros

escolares que no poseen laboratorios y/o materiales. No obstante, hoy en día hay múltiples recursos para poder llevar el laboratorio al aula, utilizando materiales cotidianos que sean más accesibles.

#### **4.2. Aprendizaje basado en problemas**

En las últimas décadas ha aumentado el interés por las propuestas innovadoras en el campo de la enseñanza; una muestra de ello es el Aprendizaje Basado en Problemas, más conocido como el ABP (Morales Bueno, 2018).

Barrows (1996) define el ABP como *“un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos”* y sus características principales son las que se indican a continuación:

- ✓ Aprendizaje basado en el estudiante. A través de una tutorización guiada, el alumno debe planificar su desarrollo para la resolución del problema.
- ✓ Aprendizaje en grupos de trabajo. Hoy en día es imprescindible saber trabajar en equipo, saber debatir y respetar las ideas y decisiones de los demás.
- ✓ Profesores como guías. El docente ejerce de tutor ayudando a los alumnos a la resolución del problema, con precaución de no hacerlo de forma tradicional.
- ✓ Los problemas como desarrollo de habilidades de resolución. Se trata de presentar un problema de la vida real, que les sea familiar y cercano para poder relacionar los conceptos que conozcan.
- ✓ Adquirir nueva información a través de un aprendizaje autodirigido. Se espera con esta metodología que los alumnos alcancen un aprendizaje autónomo, debatiendo, trabajando en grupos, comparando y seleccionando información.

Esta metodología fomenta, según Morales Galicia (2008), que el alumno sea capaz de adquirir un aprendizaje autónomo, que aprenda a buscar información y a seleccionarla para el resolver el problema propuesto inicialmente. Además, Molina y col. (2014) ponen de manifiesto que favorece a los estudiantes a tener una disposición positiva cara el trabajo en equipo, una labor casi imprescindible hoy en día, y estimula el interés del alumno provocando que indague en el ejercicio propuesto.



### 4.3. La química cotidiana como recurso didáctico en la enseñanza

La Química cotidiana, tal y como se ha definido con anterioridad, se basa en el estudio de fenómenos que les resulten conocidos, entendibles y que sean útiles para el aprendizaje de la química.

Uno de los errores más comunes que se cometen en esta metodología es confundir la química cotidiana con la química divertida o recreativa, cuando, en realidad, lo espectacular se desvincula de lo cotidiano (Jiménez-Liso y De Manuel, 2009). Además, una de las dificultades que se encuentran los docentes en este ámbito, es la carencia que muestran los libros de texto para relacionar los contenidos con lo cotidiano (Jiménez-Liso, y De Manuel, 2002).

Está comprobado que los estudiantes muestran falta de interés por esta materia al considerarla difícil y no encontrar la conexión entre lo que estudian en clase y lo que observan fuera de ella. Lo imprescindible para que este recurso didáctico tenga éxito es la motivación.

Por tanto, según De Manuel (2004) para que la química cotidiana motive y sea beneficioso para el aprendizaje de los alumnos, las actividades deben cumplir algunas condiciones:

- ✓ Ser familiares para los estudiantes. Les resulta más fácil y atractivo asimilar lo que conocen.
- ✓ Ser interesantes. Estimular el aprendizaje según sus inquietudes.
- ✓ Ser comprometidos con los contenidos didácticos y objetivos. Se trata de ayudar al entendimiento de los conceptos recogidos en el currículo.
- ✓ Ser útiles. Que sea un aprendizaje productivo desde una visión didáctica hasta la enseñanza.
- ✓ Ser adecuados al nivel del estudiante. No se deben elegir por la espectacularidad, sino para que el alumno las entienda.
- ✓ Ser viables para su realización. Existen múltiples actividades que son inalcanzables para los centros escolares por sus altos costes o materiales, pero existen muchos otros que son factibles.

## **5. PROPUESTA EDUCATIVA**

### **5.1. PROCESOS ENDOTÉRMICOS Y EXOTÉRMICOS (4º ESO)**

Las actividades que se proponen en este apartado se han diseñado para el contenido “Calor de reacción. Reacciones endotérmicas y exotérmicas” del Bloque 5 “Los cambios” de la asignatura Física y Química del cuarto curso de la ESO. Entre los criterios de evaluación fijados en el BOCyL para este bloque se encuentra “interpretar ecuaciones termoquímicas y distinguir entre reacciones endotérmicas y exotérmicas”.

Cuando se producen cambios químicos o físicos, generalmente van acompañados de transferencia de energía. Un cambio físico, o una reacción química, es endotérmico si el sistema absorbe calor de sus alrededores y, por tanto, la temperatura de los alrededores disminuye. Un cambio físico, o una reacción química, es exotérmico si el sistema libera calor a sus alrededores y, por tanto, la temperatura de los alrededores aumenta. El signo del calor es positivo para un proceso endotérmico y negativo para un proceso exotérmico. Aunque literalmente el término endotérmico (o exotérmico) se refiere a transferencia de energía en forma de calor, se suele utilizar también para otras formas de energía como por ejemplo la luz.

Los procesos con absorción o liberación de energía se representan mediante ecuaciones termoquímicas. Una ecuación termoquímica es una ecuación química en la que se indica el estado físico de las sustancias y la energía que se absorbe o que se libera en el proceso.

#### **5.1.1. Intercambios de energía en la vida cotidiana**

Como introducción a los contenidos y con el fin de despertar el interés de los alumnos, se analizan situaciones de la vida cotidiana en que se producen transferencias de energía. Para ello se les muestra cuatro imágenes (Figura 1) tomadas de una actividad de aprendizaje diseñada por Ramírez y Soto (2016).



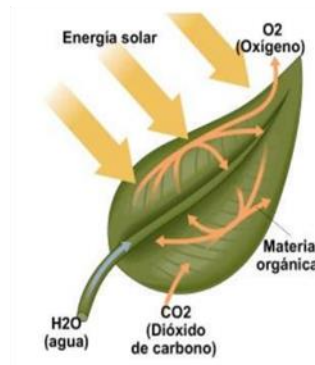
Combustión de la madera



Fusión del agua



Condensación del agua



La fotosíntesis

**Figura 1.** Procesos acompañados de transferencia de energía. Fuente: Ramírez y Soto (2016)

La realización de esta actividad se llevará a cabo en el aula, dividiendo a los alumnos en cuatro grupos. El profesor les presentará las imágenes y comentará escuetamente sobre que trata cada una de ellas. Posteriormente se les asignará una de ellas a cada grupo, de forma aleatoria.

Cada equipo de trabajo tendrá que buscar y reunir información sobre el proceso que se le haya sido asignado para justificar si el proceso es un cambio físico o un cambio químico, si se trata de un proceso de absorción o liberación de energía, si la energía se transfiere en forma de calor u otra forma y si el proceso es endotérmico o exotérmico. Posteriormente, cada grupo de alumnos expondrá a sus compañeros la información reunida y su conclusión sobre la actividad. El docente reafirmará o corregirá la resolución de cada grupo.

### 5.1.2. Experimentación con procesos endotérmicos y exotérmicos

El objetivo principal de esta actividad es que los alumnos comprueben, de forma experimental, lo que ocurre cuando tiene lugar un proceso endotérmico (absorción de calor) y un proceso exotérmico (liberación de calor).

Para la ejecución de esta práctica se utilizarán cuatro productos que se pueden adquirir con facilidad. Uno de ellos es el cloruro sódico ( $\text{NaCl}$ ), que es más conocido como sal común; su uso más notable es como un producto de alimentación, pero también es utilizado en detergentes, productos de limpieza o para fabricar papel. Otro es el cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ), quizás de los cuatro sea el más difícil de conseguir, pero en una farmacia donde se formule es posible. La utilidad más común de este compuesto es para la elaboración de quesos, pero también presenta usos como tampón de pH en piscinas o para la industria del petróleo. El bicarbonato sódico ( $\text{NaHCO}_3$ ) es empleado en repostería, ayuda a que se eleve la masa, pero al igual que los demás productos, también es utilizado como cosmético, limpiador y blanqueador dental. Por último, el nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) que uno de sus principales usos es como abono para cultivos en agricultura.

La semana previa a hacer la actividad, el docente entregará a los alumnos una ficha, en la cual se pedirá:

- La fórmula química de los productos
- Los usos de los productos en la vida cotidiana
- Peligros de las sustancias con las que se va a trabajar
- Medidas de seguridad para manejarlos

Los alumnos deben buscar información y realizar la ficha como tarea para casa (TPC), de forma individual y entregarla el mismo día que se vaya a realizar la práctica.

La realización de esta tarea se llevará a cabo en el laboratorio, ya que será una actividad práctica, en la cual los alumnos tendrán que utilizar guantes y gafas de seguridad. Debido a la escasez de material y productos que se pueden encontrar en el laboratorio de un instituto, se divide a los alumnos en grupos de 4 para disminuir gastos de productos y rentabilizar el material. De esta manera, cada alumno podrá hacer mínimo una disolución.

Para cumplir el objetivo de esta actividad, se disolverán en agua las cuatro sustancias que se muestran en la Figura 2. Los alumnos tendrán que identificar qué tipo de procesos termoquímicos tendrán lugar al disolver cada uno de estos productos según la temperatura a la que se encuentren las sustancias antes y después de mezclarlas. Se ha decidido estudiar el calor transferido en el proceso de disolver una sustancia química en vez de en una reacción química por varias razones: su facilidad de llevar a cabo experimentalmente, su gran importancia en Química y porque es la base para la siguiente actividad propuesta. No obstante, se deja bien clara en el aula la diferencia entre disolución y reacción química.



**Figura 2.** Sustancias elegidas para el desarrollo de la práctica de experimentación con procesos endotérmicos y exotérmicos. Fuente: elaboración propia

*Material:*

- Vaso de precipitados
- Varilla
- Balanza
- Termómetro
- Espátula

*Procedimiento:*

I. Pesar 15 g de cloruro sódico (NaCl) en la balanza, añadir 200 mL de agua y medir la temperatura antes de mezclar ( $T_0$ ). Posteriormente agitar hasta que se disuelva completamente, y cuando así sea, medir la temperatura final a la que se encuentra la disolución ( $T_f$ ). En la Figura 3 se muestra el procedimiento.



**Figura 3.** Procedimiento experimental seguido para la realización de esta actividad.  
*Fuente: elaboración propia.*

II. Repetir el mismo procedimiento que en el apartado anterior con cada una de las sustancias que aparecen en la Figura 3.

III. Con los resultados obtenidos por los grupos de alumnos se construye una tabla como la que se muestra a continuación:

Sustancia	Masa (g)	T <sub>0</sub> (°C)	T <sub>f</sub> (°C)

IV. Al finalizar la actividad, los alumnos tendrá que contestar una serie de cuestiones que posteriormente se le entregarán al profesor para su corrección.

**Cuestiones:**

1. De las disoluciones realizadas, ¿cuál se puede decir que es un proceso exotérmico? ¿Y endotérmico? Razona la respuesta.

2. Si cambiásemos la masa de los productos utilizados, y en vez de disolver 15 gramos, disolviésemos 30 g, ¿la variación de temperatura que experimentaría sería la misma? Justifica la respuesta.

3. Escribe la ecuación termoquímica correspondiente a la disolución de cada sustancia.

4. Fijándote en la variación de temperatura que experimentan estos procesos con cada sustancia, ¿Cuál crees que sería la mejor para construir una bolsa de frío? ¿Y para una de calor? ¿Por qué?

El tiempo estimado para la realización de esta actividad es de la duración de una clase, es decir, unos 50 minutos. El coste total que supondría realizar esta práctica se muestra en la Tabla 3 y es de 27.70 €. Esta es una cifra asumible para cualquier centro, teniendo en cuenta que nos sobraría bastante cantidad de los productos utilizados y se podrían realizar otras experimentos con ellos.

**Tabla 3.** Precios para la realización de la actividad de experimentación con procesos endotérmicos y exotérmicos.

MATERIAL	PRECIO (€)	CANTIDAD (g)
Sal (NaCl)	0,21 €	1000 g
Bicarbonato de sodio	0,49 €	200 g
Nitrato de amonio	16 €	1000g
Cloruro de calcio	11 €	100 g
<b>PRECIO TOTAL</b>	<b>27,70 €</b>	

### 5.1.3. Elaboración de bolsas de frío y calor

La siguiente actividad tiene como objetivo principal que los alumnos comprueben por ellos mismos que los procesos de transferencia de energías son utilizados en nuestra vida cotidiana.

Las bolsas (o packs) de frío y calor (Figura 4) son empleadas diariamente para tratar diversas lesiones deportivas. Estos envases son desechables y están pensados para excursionistas o militares que en el momento de una lesión no poseen otro recurso para poder aplicarse frío o calor. Su funcionamiento se basa en los cambios de energía que acompañan a los procesos químicos.



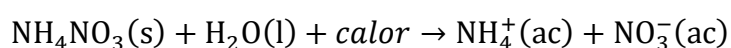
**Figura 4.** Bolsas de frío y calor que se venden en el Corte Inglés.

El mecanismo de estas bolsas es el siguiente: consta de una bolsa de plástico con dos compartimentos, uno que contiene agua y está cerrado herméticamente y dentro de este se encuentra otro, que es rompible, con una sustancia química aislada.

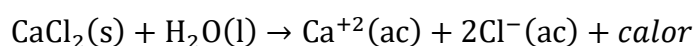
Si estos packs son golpeados, lo que ocurre es que la sustancia química y el agua se juntan, dando lugar a una disolución. Este proceso puede ser endotérmico si la temperatura de la bolsa disminuye o exotérmico si se percibe un aumento de la misma. Todo esto depende de la sustancia química que se encuentre dentro del compartimento de la bolsa de agua.

Se pretende conectar esta actividad con la anterior a través de la última cuestión que se les hace a los alumnos, donde se le pregunta cuáles de las cuatro sustancias utilizadas serían las más efectivas para crear estas bolsas de frío y calor, justificando la respuesta.

En el caso de las bolsas de frío el proceso que ocurre es la disolución de nitrato amónico en agua. La ecuación termoquímica para este proceso químico es:



Para la bolsa de calor, el proceso es la disolución de cloruro cálcico, cuya ecuación termoquímica es:





Los alumnos tendrán que diseñar y realizar estas bolsas de frío y calor. Para ello serán divididos en grupos de 3, habrá 8 grupos si se supone que la clase tiene 24 alumnos. Cuatro grupos construirán una bolsa de frío y los otros cuatro, una bolsa de calor. En primer lugar, una semana antes de hacer la práctica deberán hacer, en grupos, una búsqueda de información como TPC para:

- Saber cómo funcionan estos packs.
- Diseñar un envase para realizar una simulación de las bolsas.

La parte de realización de la práctica se hará en el laboratorio y en grupos, estos serán los mismos que recopilaron la información sobre las bolsas.

El diseño que se ha pensado es muy sencillo, consta de dos bolsas de congelados herméticas de diferente tamaño (Figura 5), de tal manera que el pack pequeño pueda introducirse sin problema en el grande.



**Figura 5.** Bolsas herméticas para el diseño de los packs de frío y calor.  
*Fuente: elaboración propia*

*Material:*

- Bolsas herméticas de diferentes tamaños
- Termómetro
- Balanza
- Vaso de precipitados

*Productos:*

- Nitrato de amonio

- Cloruro de calcio
- Agua

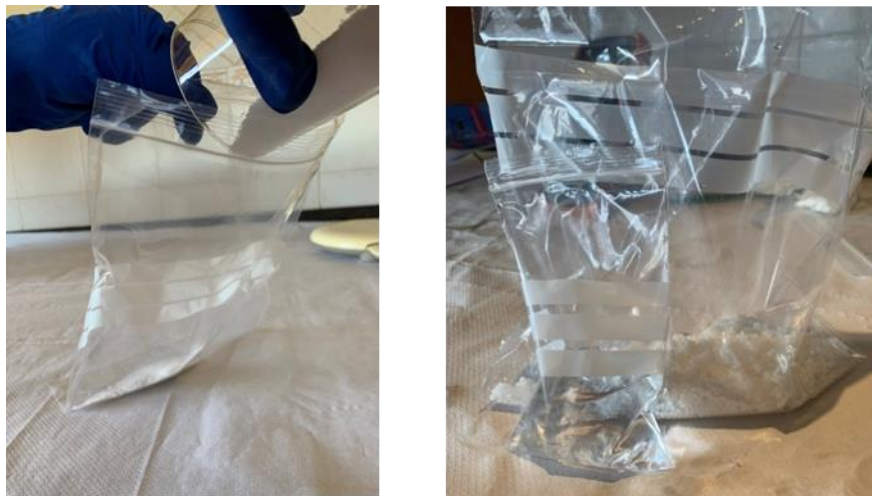
*Procedimiento experimental pack de frío:*

I. Se van a pesar 4 cantidades diferentes de nitrato de amonio, por tanto, cuatro de los ocho grupos definidos harán una medida distinta y después se pondrán los resultados en común.

II. Pesarse 25, 50, 75 o 100 gramos de nitrato de amonio, según la asignación que le toque a cada grupo. Posteriormente se introduce la cantidad pesada en la bolsa hermética más grande que se tenga.

III. Medir 100 mL de agua y depositarlos dentro de la bolsa hermética pequeña. Con un termómetro medir la temperatura inicial a la que se encuentra el agua y anotarla. ( $T_0$ )

Las etapas II y III se muestran en la Figura 6.



**Figura 6.** Pasos II y III del procedimiento. *Fuente: elaboración propia*

IV. Introducir abierta la bolsa pequeña que contiene agua y colocarla cuidadosamente dentro de la bolsa que tiene el nitrato de amonio, cerrando herméticamente esta última.

V. Aplicar fuerza sobre la bolsa de agua que se encuentra dentro para que el proceso tendrá lugar. Anotar la temperatura final. ( $T_f$ )

Las etapas IV y V y la temperatura final de la bolsa se presentan en las Figuras 7 y 8.



**Figura 7.** Pasos IV y V del procedimiento. *Fuente: elaboración propia*



**Figura 8.** Temperatura final que alcanzó la bolsa de frío. *Fuente: elaboración propia*

VI. Rellenar una tabla, similar a la Tabla 4 que se muestra a continuación con los datos obtenidos por cada grupo de trabajo.

**Tabla 4.** Tabla modelo (incluye los resultados obtenidos para 100 g de nitrato de amonio).

Masa $\text{NH}_4\text{NO}_3$ (g)	$T_0$ (°C)	$T_f$ (°C)	$\Delta T$ (°C)
25			
50			
75			
100	20	4	-16

Los datos que aparecen en la Tabla 4 para 100 gramos de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  fueron los obtenidos tras hacer la realización de la práctica para comprobar que, efectivamente, con el material y productos utilizados la bolsa de frío funciona correctamente.

**Procedimiento experimental pack de calor:**

- I. Los otros cuatro grupos restantes, construirán las bolsas de calor. Al igual que para las de frío, cada uno de estos grupos tomará una cantidad de cloruro de calcio diferente y después se pondrán los resultados en común.
- II. Repetir los puntos II, III, IV, V y VI del procedimiento experimental de los packs de frío.

En la Figura 9 se muestra la temperatura final cuando se utilizaron 50 g de cloruro de calcio.

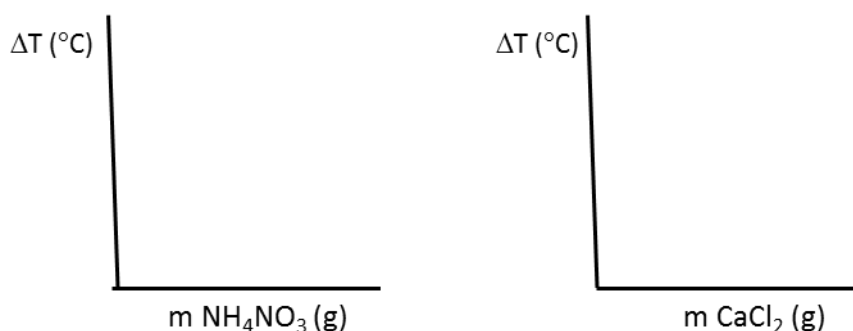


**Figura 9.** Temperatura final alcanzada con la bolsa de calor.  
*Fuente: elaboración propia*

Al finalizar la actividad, los alumnos tendrán que realizar una ficha que se muestra a continuación con cuestiones que tendrán que resolver en conjunto con el grupo de trabajo.

### Ficha Práctica de Bolsas de frío y de calor

1. *En las bolsas de frío y calor, ¿Qué disposición permite que los productos no se mezclen hasta que vayan a ser utilizados?*
2. *¿Cómo se activan estas bolsas de frío y calor?*
3. *Escribe la ecuación termoquímica que representa el proceso que tiene lugar en cada bolsa. Señala cual es endotérmico y cual exotérmico, justificando la respuesta.*
4. *Con los datos obtenidos por todos los grupos de clase, representar gráficamente como varia el incremento de temperatura al variar la masa de cada compuesto utilizado.*



Se estima que el tiempo necesario para la realización de esta actividad será de una sesión de clase, debido a las varias cantidades que deben de pesar, y el poco material que se posee en los laboratorios. Los costes que supondría elaborar 4 bolsas de frío y 4 bolsas de calor, una por cada grupo de trabajo, se muestran en la Tabla 5, ascendería a un total de 16.60 €. Es decir, que cada bolsa tendría un coste máximo de 2€.

**Tabla 5.** Costes para la elaboración de la práctica de bolsas de frío y de calor.

<b>MATERIAL</b>	<b>PRECIO (€)</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Nitrato de amonio</b>	<b>4.4 €</b>	<b>250 g</b>
<b>Cloruro de calcio</b>	<b>11 €</b>	<b>250 g</b>
<b>Bolsas herméticas</b>	<b>1.20 €</b>	<b>50 bolsas</b>
<b>PRECIO TOTAL</b>	<b>16.60 €</b>	

En caso de no tener acceso a estos dos productos claves para poder realizar la práctica, se podrían comprar las bolsas que se muestran en la Figura 4, que son las que se venden en el Corte Inglés. Si se compran 24 unidades de cada tipo de bolsa, el precio de cada una de ellas es de 0,52€ las de frío y 0,57€ las de calor.

Las competencias que se trabajarán en estas actividades pensadas para los alumnos de 4º ESO son las siguientes:

- ✓ Competencia lingüística a la hora de expresar y razonar tanto de forma oral (en la actividad intercambios de energía en la vida cotidiana) como escrita (al resolver las cuestiones de cada actividad).
- ✓ Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología usando el razonamiento para aplicar los contenidos aprendidos a las actividades.
- ✓ Competencia digital para la búsqueda de información para justificar las explicaciones en la actividad de intercambios de energía en la vida cotidiana o para adquirir información sobre las sustancias utilizadas para reconocer los procesos endotérmicos y exotérmicos.
- ✓ Competencia aprender a aprender, realizando las actividades prácticas se entienden mejor los conceptos de los procesos endotérmicos y exotérmicos.
- ✓ Competencias sociales y cívicas, a hora de trabajar en grupo, de conseguir un consenso para tomar decisiones y debatir sobre ellas.

## 5.2. TRANSFERENCIA DE ENERGÍA EN PROCESOS QUÍMICOS (1º BACHILLERATO)

Las actividades que se proponen en esta sección están dirigidas a alumnos de la asignatura de “Física y Química” de “1º de Bachillerato” y se enmarcan dentro del Bloque 4 del BOCyL “Transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones químicas”.

### 5.2.1. Transferencia de energía en forma de calor

Las actividades que se presentan están diseñadas para el aprendizaje de los contenidos “Energía de las reacciones químicas. Sistemas termodinámicos” y “Calor de reacción. Entalpías. Entalpía de formación estándar y de enlace”. Con ellas se pretende afianzar los conceptos de procesos endotérmico y exotérmico adquiridos en 4º de la ESO, introducir los conceptos de sistemas termodinámicos, propiedades extensivas e intensivas, calor de reacción, cambio de entalpía así como mostrar la relación entre ciencia, tecnología y sociedad.

#### 5.2.1.1. Actividades introductorias

Inicialmente, para la comprensión de los conceptos previos del tema, se realizará una primera actividad que se llevará a cabo en el aula y en la que los alumnos participarán de forma individual. Consistirá en realizar un esquema sobre los diferentes sistemas termodinámicos que se pueden encontrar: *sistema abierto* (intercambia materia y energía con el entorno), *sistema cerrado* (transferencia de energía pero no de materia) y *sistema aislado* (no intercambia ni materia ni energía). Además, deberán hacer una búsqueda de información y poner un mínimo de cuatro ejemplos que se pueden encontrar en la vida cotidiana de cada tipo de sistemas.

El objetivo de esta actividad es que les resulte visual para que aprendan a relacionar rápidamente las características principales de los sistemas termodinámicos. Además de que se den cuenta al realizar la búsqueda de ejemplos, que realmente se los pueden encontrar en el día a día, de tal forma le queden los conceptos más claros tras su ejemplificación.

A continuación se muestra en la Figura 10 un ejemplo de cómo se podría realizar el esquema que se les pedirá en esta actividad.



**Figura 10.** Esquema sobre sistemas termodinámicos. *Fuente: Elaboración propia*

Para la introducción de los conceptos de propiedades intensivas y extensivas, los alumnos realizarán una segunda actividad. Esta consistirá en la resolución de un ejercicio propio del nivel donde se encuentran y sencillo para que entiendan la diferencia entre la variable intensiva, que es la que no depende de la cantidad de materia del sistema, y la extensiva, que si depende de la cantidad de materia.

El fin de esta actividad es que aprendan a diferenciar qué magnitudes de las que ya han estudiado en cursos anteriores (masa, volumen, presión, temperatura, densidad y concentración) son intensivas y cuales extensivas.

Será desarrollada en clase; los alumnos serán divididos por parejas para resolver el problema que se les planteará y posteriormente el profesor lo resolverá en la pizarra para que quede clara la explicación y su solución.

El ejercicio fue sacado del libro de texto de la editorial SM de 1º Bachillerato y dice así:



“Se divide en dos partes iguales el sistema formado por 1 mol de agua a 25°C y 1 atm, que ocupa 18 mL. Indica el valor de las magnitudes indicadas después de la división y califica las magnitudes de intensivas o extensivas”

Datos que da el problema:	
n (número de moles) = 1	T (temperatura) = 25°C = 298 K
m (masa) = 18 g	d (densidad) = 18g/18mL = 1g/mL
v (volumen) = 18 mL	C (concentración) = 55,55 mol/L
p (presión) = 1 atm	

Si se divide el sistema en dos los resultados serán:	
n = 0,5	T = 25°C = 298 K
m = 9 g	d = 9g/9mL = 1g/mL
v = 9 mL	C = 55,55 mol/L
p = 1 atm	

Tras el resultado de este ejercicio, se tendrá que presentar una tabla con la clasificación de las magnitudes similar a la Tabla 6, donde se clasificarán las magnitudes.

**Tabla 6.** Clasificación de las magnitudes dadas en el ejercicio propuesto.

Variables intensivas	Variables extensivas
Temperatura	Masa
Presión	Volumen
Densidad	
Concentración	

### 5.2.1.2. Medida de cambios de entalpía

Inicialmente se pide a los alumnos ejemplos de procesos endotérmicos y exotérmicos en su vida cotidiana y posteriormente se explican los contenidos científicos correspondientes a la materia a tratar. Los fundamentos teóricos en que se basan las actividades que se proponen se describen brevemente a continuación.

En algunos procesos químicos se cede calor a los alrededores y en otros se absorbe calor. Cuando el proceso tiene lugar a presión constante, el calor liberado o absorbido

se identifica con el cambio de entalpía del sistema. Si el proceso es una reacción química, el calor de reacción se identifica con el cambio de entalpía del sistema reaccionante o *entalpía de reacción*.

El cambio de entalpía puede medirse en forma calorimétrica a partir del calor liberado o absorbido cuando la reacción se lleva a cabo a presión constante.

Si una reacción química tiene lugar en un sistema aislado (calorímetro) a presión constante, el calor de reacción,  $q$ , produce un cambio de temperatura,  $\Delta T$ , en el sistema (medio de reacción más el calorímetro) verificándose que:

$$q + \Delta H_{sist} = 0 \quad (1)$$

El cambio de entalpía del sistema,  $\Delta H_{sist}$ , viene dado por:

$$\Delta H_{sist} = (m c_p + C)\Delta T \quad (2)$$

Donde  $m$  es la masa del medio de reacción,  $c_p$  su calor específico y  $C$  la capacidad calorífica del calorímetro.

Teniendo en cuenta la cantidad de reactivo limitante  $n$ , la *entalpía de reacción* es:

$$\Delta H_r = q/n \quad (3)$$

Si el proceso químico consiste en disolver un mol de una determinada sustancia se emplea el término *entalpía de disolución* para designar el cambio de entalpía asociado a dicho proceso.

La entalpía de una reacción se puede calcular a partir de tablas de datos termodinámicos de los reactivos y productos. La termodinámica no proporciona valores absolutos de entalpías sino que sólo permite medir cambios de entalpías. Por tanto, no es posible elaborar tablas con entalpías absolutas de las sustancias. En su lugar, se tabulan entalpías estándar de formación.

La *entalpía estándar de formación* de una sustancia a una temperatura  $T$ , es el cambio de entalpía para el proceso en que se forma un mol de la sustancia en su estado estándar a la temperatura  $T$ , a partir de sus elementos en las formas más estables a la temperatura  $T$ . Estado estándar se refiere al estado de la sustancia a la presión de 1 bar.




La entalpía de estándar de reacción es igual a la suma de las entalpías estándar de formación de los productos menos la suma de las entalpías estándar de formación de los reactivos.

Una vez explicados los contenidos, se lleva a cabo un estudio experimental de la transferencia de energía en la formación de disoluciones de nitrato amónico y cloruro cálcico. Se han elegido estos compuestos porque son componentes de las bolsas de frío o calor. Con ello se pretende que los alumnos comprendan el funcionamiento de materiales que usan en su vida diaria y fomentar su interés por lo que están estudiando. El estudio se hará a un nivel más avanzado que el presentado para el nivel de secundaria.

Antes de iniciar las actividades que se proponen, se indaga acerca de los conocimientos que los alumnos tienen acerca del funcionamiento de este tipo de bolsas.

En el estudio experimental de la transferencia de energía en los procesos químicos es esencial disponer de un calorímetro. Debido a su alto coste, no es alcanzable para el presupuesto de un instituto o colegio, por lo que se ha pensado en realizar uno casero, con objetos fácilmente accesibles y de bajo coste para poder llevarlo a cabo en este contexto del trabajo.

La experiencia consta de tres actividades:

-  Construcción de un calorímetro
-  Determinación de la capacidad calorífica del calorímetro
-  Determinación de la entalpía de disolución.

Para llevar a cabo las actividades se dividirá la clase en grupos de cuatro alumnos.

## Construcción del calorímetro

La construcción de un calorímetro casero abre un amplio abanico de posibilidades para llevarlo a cabo; en este caso se ha elegido la que se va a mostrar a continuación por la facilidad de consecución del material empleado.

El calorímetro es un recipiente compuesto de un material aislante térmico que es capaz de minimizar la conducción de calor manteniendo la temperatura del interior, y siendo capaz de medir pequeñas variación de temperatura a presión constante.

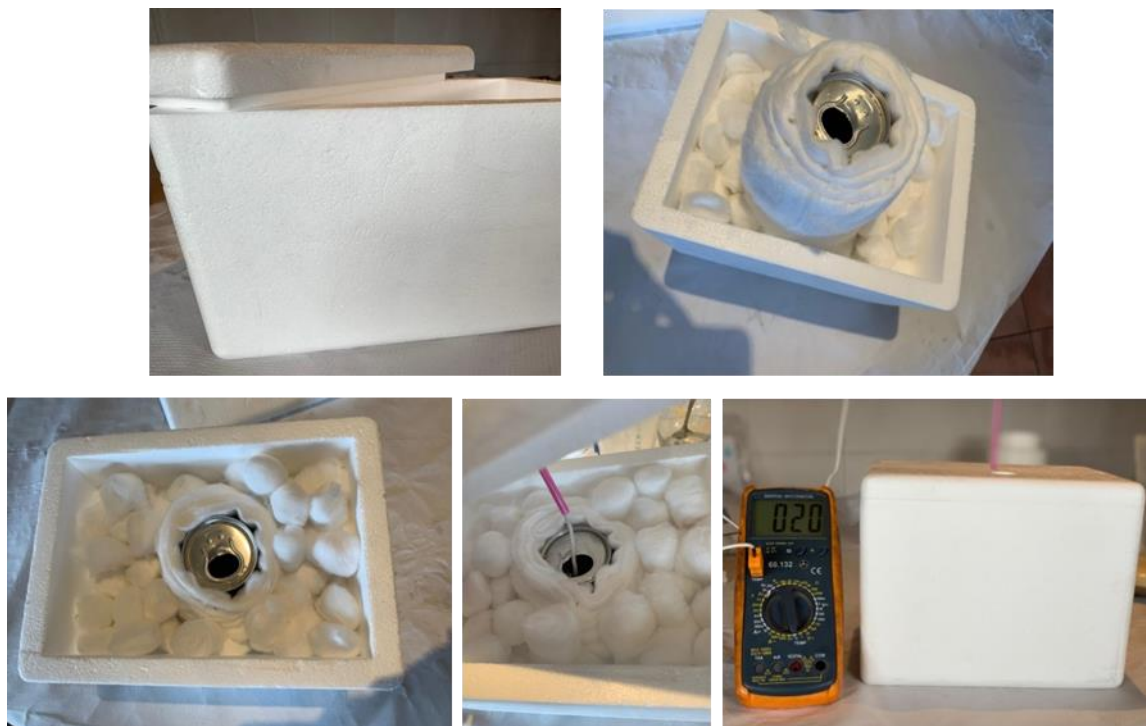
Esta actividad será realizada por los alumnos fuera del aula de acuerdo a las instrucciones proporcionadas por el profesor.

### *Material:*

- Caja de poliespan con tapa, utilizada para transportar alimentos o medicamentos.
- Algodón
- Lata de refresco
- Termómetro

### *Procedimiento:*

Dentro de la caja de poliespan se introduce el algodón, y posteriormente se envuelve la lata de refresco también el algodón y se introduce dentro de la caja. Esta tiene que tener una tapa, en la cual se hace un agujero para introducir el termómetro de tal forma que entre dentro de la lata para poder medir la temperatura tal y como se muestra en la Figura 11.



**Figura 11.** Construcción del calorímetro. *Fuente: elaboración propia*

### Determinación de la capacidad calorífica del calorímetro

La capacidad calorífica de un calorímetro es la cantidad de energía requerida por el sistema para que ascienda su temperatura en  $1^{\circ}\text{C}$ .

#### *Material:*

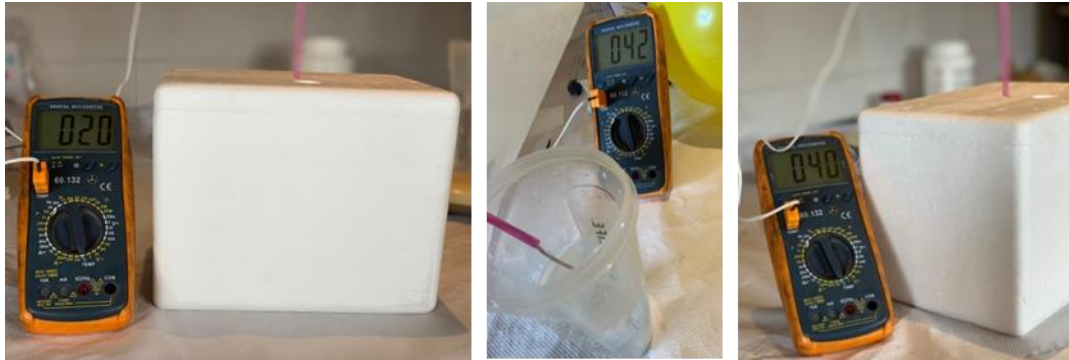
- Calorímetro
- Agitador
- Vaso de 250 mL
- Termómetro

#### *Procedimiento:*

- I. Una vez realizado el montaje del calorímetro, se introduce el termómetro en el calorímetro vacío y se anota la temperatura  $T_1$ .
- II. Se calientan 250 mL de agua hasta una temperatura unos  $20^{\circ}\text{C}$  por encima de la  $T_1$ , se mide esta temperatura y se nombrará como  $T_2$ .

III. Se introduce el agua dentro del calorímetro, se tapa y se agita suavemente hasta que se establezca un equilibrio térmico; a esta temperatura se le denominará  $T_3$ .

El procedimiento seguido se representa en la Figura 12.



**Figura 12.** Procedimiento para la determinación de la capacidad calorífica del calorímetro.  
Fuente: elaboración propia

Los datos obtenidos son:

$T_1$ (°C)	$T_2$ (°C)	$T_3$ (°C)
20	42	40

La capacidad calorífica del calorímetro se calcula mediante la ecuación

$$C(T_3 - T_1) + m c_p(T_3 - T_2) = 0 \quad (4)$$

Siendo  $m$  la masa de agua y  $c_p$  su calor específico ( $4.184 \text{ J } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ).

Como la densidad del agua es aproximadamente  $1 \text{ g/mL}$ , se puede considerar que la masa de agua utilizada son 250 gramos.

Para la realización de los cálculos se utilizará la Ecuación 4. Atendiendo a los datos obtenidos en la Tabla 6 la expresión que quedará al sustituir en la ecuación será la siguiente:

$$C(40 - 20)^\circ\text{C} + 250 \text{ g} \times 4,18 \frac{\text{J}}{\text{g } ^\circ\text{C}} \times (40 - 42)^\circ\text{C} = 0$$

La capacidad calorífica del calorímetro es  $C = 104,5 \text{ J/ } ^\circ\text{C}$ .

## Determinación de la entalpía de disolución

Si la clase tiene 24 alumnos, se pueden hacer seis grupos. Tres de los grupos determinarán la entalpía de disolución del nitrato amónico empleando tres masas diferentes del soluto y los otros tres la del cloruro cálcico.

El procedimiento y los resultados obtenidos para el nitrato amónico se presentan a continuación.

### *Material:*

- Calorímetro
- Agitador
- Vaso de 250 mL
- Termómetro

### *Productos:*

- Nitrato de amonio
- Agua

### *Procedimiento experimental:*

- I. Añadir al calorímetro 250 mL de agua. Medir la temperatura cuando sea alcanzado el equilibrio térmico ( $T_1$ ).
- II. Depositar dentro del calorímetro 20 gramos de nitrato de amonio, cerrar la tapa y agitar.
- III. Anotar la temperatura cuando se alcance el equilibrio térmico ( $T_2$ ).

El procedimiento experimental seguido se presenta en la Figura 13.



**Figura 13.** Procedimiento experimental para la determinación de la entalpía de disolución.  
Fuente: elaboración propia

Para calcular la entalpía de disolución se utilizan las ecuaciones 1-3, teniendo en cuenta que en esta experiencia  $q$ , es el calor de disolución,  $m$  es la masa de la disolución (masa del soluto + masa del disolvente),  $c_p$  su calor específico, que se supone igual al del agua y  $n$  el número de moles de soluto.

Los datos obtenidos en la experiencia para el cálculo de la entalpía de disolución del nitrato de amonio son:

Masa de agua (g)	Masa de nitrato de amonio (g)	Capacidad calorífica del calorímetro (J/°C)	T <sub>1</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)
250	20	104,5	17	12

El cambio de entalpía del sistema, Ecuación (2), es:

$$\Delta H_{sist} = \left( 270 \text{ g} \times 4,18 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} + 104,5 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}} \right) (12 - 17)^\circ\text{C} = -6165 \text{ J}$$

El calor de disolución se obtiene a partir de la ecuación (1)

$$q = -\Delta H_{sist} = 6165 \text{ J}$$

La entalpía de disolución se refiere al calor intercambiado cuando se disuelva 1 mol de sustancia. Considerando que en esta experiencia se han disuelto 20 g de nitrato de amonio y su masa molar es 80 g/mol, el número de moles disueltos es 0,25. Por tanto, aplicando la ecuación (3), la entalpía de disolución es:

$$\Delta H_{dis} = \frac{q}{n} = \frac{6165 \text{ J}}{0,25 \text{ mol}} = 24660 \frac{\text{J}}{\text{mol}} = 24,7 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



El valor positivo de la entalpía de disolución de nitrato de amonio indica que se trata de un proceso endotérmico. El valor obtenido se compara con el valor de 25,69 kJ/mol publicado en el *CRC Handbook of Chemistry and Physics* (2017) para la entalpía de disolución de dicho compuesto a 25°C. El valor de la entalpía de disolución para el cloruro de calcio a 25°C es -82,8 kJ/mol (Reger y col. 2010) y es, por tanto, un proceso exotérmico.

Una vez realizadas las actividades los alumnos ponen sus resultados en común y se les presentará una ficha con cuestiones que tendrán que responder como la que se muestra a continuación.

<p><u>NOMBRE:</u> <u>APELLIDOS:</u></p> <p style="text-align: center;"><b>ASIGNATURA FÍSICA Y QUÍMICA 1º BACHILLERATO</b></p>	<p style="text-align: center;"><u>FICHA 1.</u> <u>TERMOQUÍMICA</u></p>
<p><u>Elaboración de un calorímetro casero</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Explica cuál es el diseño del calorímetro utilizado y cuál es su utilidad.</li> <li>2. ¿Qué papel desempeña el algodón?</li> <li>3. ¿Sería posible diseñar otro calorímetro con otros materiales caseros y de fácil acceso?</li> </ol> <p><u>Determinación de la capacidad calorífica de un calorímetro.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Qué es la capacidad calorífica de un calorímetro?</li> <li>2. Calcula la capacidad calorífica del calorímetro utilizado.</li> </ol> <p><u>Determinación de la entalpía de disolución de una sal (nitrato de amonio o cloruro cálcico)</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Escribe la ecuación termoquímica para la disolución.</li> <li>2. ¿Qué es la entalpía de disolución?</li> <li>3. Calcula la entalpia de disolución de la sal.</li> </ol>	

4. Compara el resultado obtenido, con el valor tabulado e indica a qué se debe la diferencia entre ambos, en caso de que la hubiese.
5. Representa gráficamente el cambio de temperatura frente a la cantidad de sal disuelta.
6. Con los resultados obtenidos en la pregunta anterior, razona si la temperatura y la masa son magnitudes intensivas o extensivas.
7. Indica razonadamente si la entalpía es una magnitud intensiva o extensiva.
8. ¿Cómo se puede predecir si una sustancia producirá un aumento o disminución de temperatura cuando se disuelve?

#### Bolsas de frío o calor

1. ¿Cuál de los dos compuestos, nitrato de amonio o cloruro cálcico, utilizarías para fabricar una bolsa de frío? Y una de calor?
2. ¿Cuál es la temperatura final en una bolsa de frío que contiene 45.5 g de nitrato amónico disueltos en 125 mL de agua? Se supone un calor específico de 4.18 J/g °C para la disolución, una temperatura inicial de 25°C y que no hay transferencia de calor entre la bolsa y los alrededores.
3. ¿Cuál es la temperatura final en una bolsa de calor que contiene 45.5 g de cloruro cálcico disueltos en 125 mL de agua? Se consideran las mismas suposiciones que en la cuestión anterior.

Teniendo en cuenta que el calorímetro deberán traerlo hecho de casa, el tiempo estimado para esta actividad es de 50 minutos, una sesión de clase. El coste para la realización de esta práctica se muestra en la Tabla 7, es de aproximadamente 9 €. Una cantidad asumible para un centro escolar.

**Tabla 7.** Precios del material para realizar la actividad de la determinación de la capacidad calorífica del calorímetro y de entalpías de disolución.

MATERIAL	PRECIO (€)
Caja poliespan	0 €
Lata de refresco	0.30 €
Algodón	0.60 €
Nitrato de amonio	2 €
Cloruro de calcio	6€
<b>PRECIO TOTAL</b>	<b>8,90 €</b>

### 5.2.1.3. Estudio del funcionamiento de las bebidas autocalentables

Las bebidas autocalentables son un ejemplo de las aplicaciones de la transferencia de calor en los procesos químicos a la vida cotidiana. Diversos autores (Pinto y col. 2009; Prolongo y Pinto, 2010) han tratado este tipo de bebidas como recurso para un aprendizaje activo de la Química en el que, además, se pueden abordar las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente.

La actividad que se presenta se llevará a cabo mediante una metodología docente cada vez más relevante en la enseñanza, el Aprendizaje Basado en Problemas, conocida como ABP. Con este método de aprendizaje, los alumnos deberán resolver un problema, haciendo uso de lo aprendido y realizando búsquedas de información que les permita aplicar los conocimientos a casos de la vida real.

El problema que se plantea es el funcionamiento de las bebidas autocalentables patentadas por la empresa “The 42 Degree Company”. Esta es una empresa internacional con oficinas centrales y centro de producción en Valladolid. En la Figura 14 se muestra el logo de la empresa.



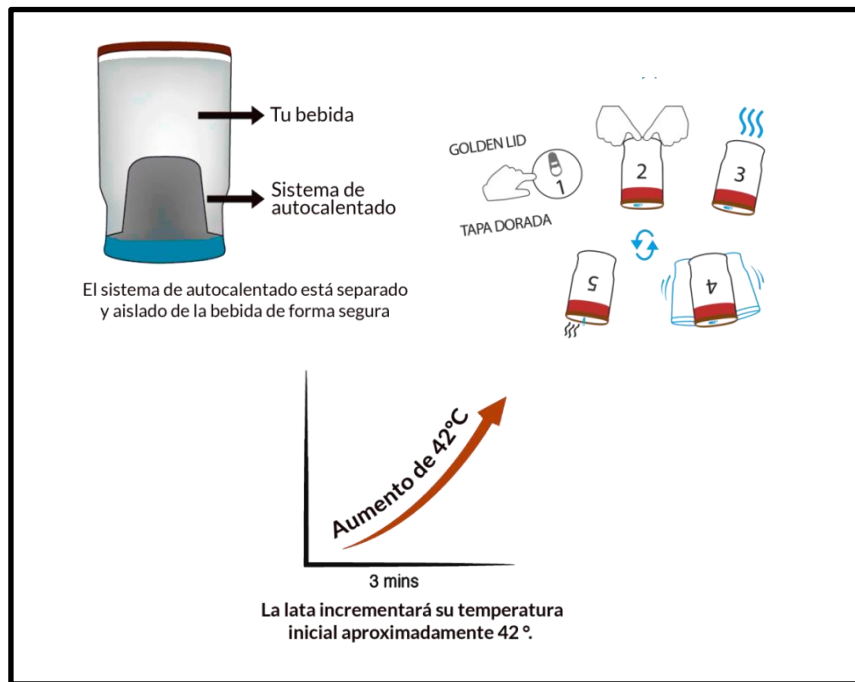
Figura 14. Logo de la empresa. Fuente: página web oficial de la empresa.

Esta compañía fue fundada en 2017 por inversores privados y lleva a cabo el desarrollo de bebidas autocalentables nutritivas y listas para llevar. Su objetivo principal es proporcionar ayuda humanitaria, a un número de emergencias cada vez mayor en el mundo como es el caso de conflictos, desastres naturales y crisis humanitarias; es decir, llevar comida caliente a lugares donde no podría llegar de otra forma. Pero además, también para vender en gasolineras, deportistas, excursionistas,... La idea prioritaria es llevar la cafetería al bolsillo. En la Figura 15 se muestran los diferentes tipos de bebidas que suministran.



**Figura 15.** Tipos de bebidas autocalentables. Fuente: página web oficial de la empresa.

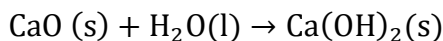
El diseño de bebida autocalentable, presenta un funcionamiento sencillo: si le damos la vuelta a la lata, muestra un abre fácil habitual de las latas refrescos que conocemos como se muestra en la Figura 16.



**Figura 16.** Funcionamiento de las latas autocalentables. Fuente: página web oficial de la empresa.

La tapa de esta lata se retira, y nos encontramos con un envase con agua coloreada de azul para que se vea desaparecer. Si apretamos, vemos que el agua desaparece al romperse el opérculo que separa el agua del óxido de calcio, y lo que ocurre es una reacción exotérmica que va a hacer que se produzca un aumento de temperatura-

Tras un tiempo máximo de 3 minutos la bebida está lista para tomar. La reacción que ocurre es:



El envase tiene varios compartimentos como se muestra en la Figura 17, donde aparece cada una de las partes que completa esta bebida.



**Figura 17.** Componentes de las bebidas autocalentables.

*Fuente: página web oficial de la empresa*

La actividad comienza con la presentación de una de estas bebidas en el aula y la formulación del problema:

Las bebidas autocalentables fueron inventadas por un ingeniero ruso en 1897. Actualmente, empresas como “The 42 Degree Company” las van mejorando y expandiendo. El recipiente contiene 60 gramos de óxido de calcio, 23 gramos de agua coloreada, bebida de café (206,20 gramos, volumen 200 mL) y todo esto en un envase (se supondrá entero de hojalata) de 100,56 g.

Los datos del problema corresponden a una bebida autocalentable fabricada por la empresa que compró la “The 42 Degree Company”; se han tomado de Prolongo y Pinto (2010).

Esta actividad se realizará fuera del aula y por grupos de trabajo reducidos (4 personas). Con la información dada y realizando las búsquedas oportunas en Internet u otras fuentes, los alumnos elaborarán un trabajo que siga la siguiente estructura.

- I. *Historia de las bebidas autocalentables.*
- II. *Información sobre la compañía “The 42 Degree Company” y objetivos que pretende.*
- III. *Especificar como es el envase de las bebidas mediante dibujos, fotos o lo que se crea oportuno, explicando cuál es cada parte y su función.*
- IV. *Explicar qué relación tienen estas bebidas con la química. (Procesos, reacciones, etc.)*
- V. *Buscar en fuentes bibliográficas o en Internet, las entalpías estándar de formación (kJ/mol) a 298 K de las sustancias que intervienen en la reacción que permite calentar la bebida. Construir una tabla con dichas entalpías.*
- VI. *Señalar cuál de las dos sustancias, óxido de calcio o agua, es el reactivo limitante. Calcular el número de moles y gramos de cada una de ellas y el calor que se desprenderá teóricamente en la reacción para calentar la bebida.*
- VII. *Teniendo en cuenta las cantidades utilizadas en el enunciado y sabiendo que el calor específico del agua es 1,00 cal/°C, el del hidróxido de calcio 0,28 y el de la hojalata 0,12, calcular la elevación de la temperatura de la bebida tras los 3 minutos de espera.*
- VIII. *Si se supone que inicialmente la bebida se encuentra a una temperatura ambiente de 23 °C, ¿cuál sería la temperatura final de la bebida? Según la empresa al abrirla debe de aumentar 42 °C; por tanto alcanzaría una temperatura final aproximada de 65°C. En caso de que hubiese diferencia entre ella, justificar las causas.*
- IX. *Plantear un diseño de envase para un bebida autoenfriable.*
- X. *Señalar las ventajas e inconvenientes de estas bebidas.*
- XI. *Calcular las calorías de la bebida mostrada en la Figura 18. Para el cálculo buscar información sobre las calorías por gramo de hidratos de carbono, por gramo de grasas y por gramo de proteínas.*
- XII. *Concluir haciendo un enfoque que relacione la ciencia-tecnología-sociedad-medio ambiente de este tipo de bebidas.*



**Figura 18.** Componentes nutricionales de la leche elaborada por la empresa “The 42 Degree Company”. Fuente: página web oficial de la empresa

El trabajo realizado por cada grupo se presentará en el aula en forma de Power Point o Prezi con una duración de 10 minutos. Cada estudiante de cada grupo deberá exponer 3 puntos del trabajo, de tal forma de que al final queden expuestos los 12 apartados. Así el profesor se asegura de que todos los alumnos han participado en la elaboración del trabajo.

El coste que conllevará esta actividad es asumible para cualquier centro, lo único necesario es una bebida autocalentable que el profesor mostrará a los alumnos para la elaboración del proyecto, que tiene un precio aproximado de 5 €.

### Salida a la empresa “The 42 Degree Company”

Con motivo de que la empresa tiene localización en Valladolid, se organizará una salida con los alumnos a esta fábrica de producción una vez hayan presentado el proyecto propuesto en la actividad anterior, con el fin de que conozcan previamente cuales son los objetivos de la empresa con respecto a las bebidas autocalentables y su uso. Entendiendo también el funcionamiento de estos envases y de que partes constan.

Por tanto, esta actividad tiene como objetivo principal que los alumnos comprueben como se realizan estas bebidas para que la termoquímica se pueda aplicar en la vida cotidiana.

La salida tendrá una duración de 2 horas aproximadamente, incluyendo el tiempo de desplazamiento necesario y la visita. Hay 3 líneas de fabricación: la de montaje, llenado y etiquetado. La organización de la excursión de muestra en el siguiente esquema:

Línea de producción	Explicación	Duración de la visita
Presentación	Objetivos de las bebidas según la empresa	10 minutos
Línea 1	Termosellado de cápsulas	20 minutos
Línea 2	Ensamblado de componentes	30 minutos
Línea 3	Envasado	20 minutos
Conclusión	Probar bebidas	10 minutos

El proceso de producción comienza en la **Línea 1**, que es el termo sellado de cápsulas, el botón de activación de las bebidas autocalentables. Como se muestra en la Figura 19, dentro de estas cápsulas se encuentra agua coloreada de azul, este coloreado se realiza para que, cuando el consumidor pulse el botón, pueda observar cuando ha desaparecido el agua, ya que es cuando se producirá la reacción.



**Figura 19.** Máquina para el llenado de las cápsulas de agua coloreadas.  
*Fuente: página web oficial de la empresa*



Es necesario elaborar un buen sellado pero que después sea fácil de romper. Para ello, se hace un termo sellado a alta temperatura (aproximadamente 230 °C). El agua se tinte con un colorante alimentario para que realmente sea fácil de ver, pero esta agua nunca entrará en contacto con la bebida que se va a ingerir, ya que hay una tapa de aluminio que hace que el agua caiga sobre el óxido de calcio.

El corazón de la producción de las bebidas autocalentables se encuentra en la **línea 2**, que es la línea de ensamblado de componentes. Consiste en lo siguiente; una lata interna se introduce dentro de otro cuerpo, a partir de ahí lo que se hace es dosificar oxido de calcio que es previamente filtrado y tamizado y se pesa con una tolerancia admitida tal y como se muestra en a Figura 20. La cápsula fabricada en la línea 1, se coloca tras depositar el óxido de calcio en el cuerpo expansionado, encima de este mismo.



**Figura 20.** Ensamblado de las latas, línea 2  
*Fuente: página web oficial de la empresa*

Posteriormente, pasa a otra máquina donde se hace un cierre dual, este es un sistema desarrollado por la empresa, único con patente internacional.

Hay 5 materias primas diferentes, que vienen como blend en polvo. En la fábrica se encargan de hidratarlos (café con y sin azúcar, capuchino, chocolate, chai tea latte) son recetas desarrolladas por la empresa, con un proceso de desarrollo e investigación de más de año y medio.

Con la mezcla en polvo que les llega lo que se hace es lo siguiente: se hidrata con agua filtrada y se recircula durante 10 minutos para que tenga una homogeneidad. El agua es importante que sea filtrada, porque en Valladolid hay mucha variabilidad de la dureza del agua, se filtra para que siempre tenga las mismas características y por tanto sea siempre la misma receta.

La empresa posee un UHT (Ultra High Temperature), que lo hace es garantizar es la seguridad microbiológica del producto.

La **línea 3**, es el envasado, aparecen las latas ensambladas, pasan un proceso de lavado, se llenan y se le pone una tapa superior, luego se pasa por un pesaje dinámico donde se rechazan los pesos superiores e inferiores fuera del peso efectivo.

En un turno diario de 8 horas se hacen entre 25.000-20.000 latas, depende del producto.

El punto crítico en el proceso de elaboración de este producto es un programa de tiempo y temperatura para alcanzar unos valores que permitan alcanzar la seguridad comercial. Otro punto crítico es el cerrado de la tapa de arriba, el control sobre la hermeticidad del producto, porque si no es hermético completamente, podría entrar aire, contaminarse y no sería apto para el consumo final.

El último control de calidad es otro punto crítico donde se chequea si hay contaminantes en el interior de la lata. Se puede observar, si la lata está vacía, si no tuviese líquido o si tuviera un resto de metal.

El final del proceso de producción es el colocado de etiquetas, que también es especial. Esta etiqueta tiene un filtro interior pegado, que hace que sea aislante a manos del consumidor, para que el consumidor no se quemé. Se fija en la lata a través de una maquina diseñada por la empresa que hace retractilar mediante calor sobre la lata con suplantes de aire y se adapta totalmente a la lata como se muestra en la Figura 21. El dibujo es de un pintor hiperrealista, Luis Pérez, que es de Valladolid pero también es reconocido internacionalmente.



**Figura 21.** Etiquetado de las latas. *Fuente: página web oficial de la empresa*

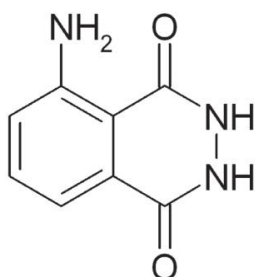
La organización de esta salida conllevará el gasto único del autobús, para el acceso a la empresa no es necesario realizar ningún pago. Por tanto, el centro asumirá el importe del medio de transporte que se supone que ascenderá a unos 20€.

### 5.2.2. Transferencia de energía en forma de luz: Detectives por un día

Las reacciones químicas no solo pueden absorber o liberar energía en forma de calor, sino que también pueden hacerlo en forma de luz, energía eléctrica, etc. A continuación se presenta una actividad en la que la reacción desprende energía forma de luz y no de calor como en los procesos químicos tratados en las actividades anteriores.

La luminiscencia, también conocida como “luz fría”, es un proceso que se produce cuando un átomo o una molécula es excitado, pasando los electrones a un nivel de energía superior y posteriormente retornan al estado fundamental con emisión de luz. Si la forma de excitar el electrón es por una reacción química la luminiscencia se conoce como quimioluminiscencia.

Una de las sustancias más empleadas para realizar reacciones luminiscentes es el luminol. Se trata de un compuesto orgánico de color amarillo pálido, sólido a temperatura ambiente y soluble en agua y en gran parte de los disolventes orgánicos. La fórmula molecular del luminol (3-aminofthalhidracida) es  $C_8H_7N_3O_2$  y su estructura es:

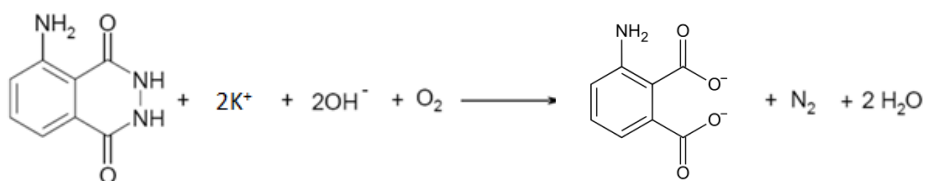


La quimioluminiscencia del luminol fue descubierta por Albrecht en 1928. A partir de ahí, ha sido vinculado a los investigadores forenses (Figura 22), ya que ha sido de gran ayuda para la resolución de crímenes gracias a su singularidad de la emisión de luz ante gotas microscópicas de sangre.



**Figura 22.** Aplicación del luminol para investigaciones forenses.  
Fuente: página web ciencia

El luminol ante la presencia de sangre no emite luz, es considerado un principio activo. Para que sea capaz de emitir luz es imprescindible activarlo y se hace de la siguiente manera: se prepara una disolución de peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), o más comúnmente conocido como agua oxigenada, en presencia de un hidróxido que proporcione un medio básico. El luminol en medio básico es oxidado por el oxígeno formado en la descomposición del peróxido de hidrógeno a ion aminoftalato que se forma en un estado excitado, el cual se desactiva liberando energía en forma de luz. La reacción que tiene lugar es la siguiente:



En presencia de estas sustancias la oxidación del luminol es lenta, pero se acelera en presencia de hierro (Cedrón, 2011). El ión  $Fe(III)$  se encuentra en la hemoglobina de la sangre, más concretamente en los glóbulos rojos.

El inconveniente del uso del luminol está en que hay más catalizadores aparte del hierro, como la lejía o el cobre, que también producen que la disolución emita luz. Pero para estos casos, el CSI o policía, posee otro tipo de pruebas.

Aguilar y Durán (2011) han propuesto llevar a cabo la reacción en el laboratorio de Secundaria y Bachillerato utilizando como catalizador el ion hierro III contenido en el hexacianoferrato conocido también como ferricianuro de potasio. En la práctica que se

presenta se han utilizado muestras de sangre de perro; esta no es igual a la sangre humana pero también posee el ión de hierro. Se puede utilizar también sangre de pollo, que se consigue fácilmente en un supermercado.

Esta práctica se realizará en el laboratorio y por grupos, debido a que el luminol es un reactivo caro. El objetivo principal de esta actividad es que los alumnos entiendan que existen procesos químicos donde la energía se desprende en forma de luz.

La semana previa a desarrollar esta actividad, los alumnos deberán realizar una búsqueda como TPC, de forma individual sobre:

- Fórmulas químicas de los compuestos que se van a utilizar.
- Peligros de las sustancias.
- Medidas de seguridad para manejar las sustancias.

De las sustancias que se van a emplear para la ejecución de esta práctica es necesario destacar el hidróxido de potasio, que es muy corrosivo y hay que tener especial cuidado con él.

*Material:*

- Balanza
- Vaso de precipitados
- Vidrio de reloj
- Varilla
- Probeta
- Pulverizador
- Embudo
- Madera

*Productos:*

- Luminol
- Agua destilada
- Hidróxido potásico
- Sangre
- Agua oxigenada al 3% de farmacia

En la Figura 23 se muestran los productos utilizados para la realización de esta actividad.



**Figura 23.** Productos utilizados para la práctica de la luminiscencia. Fuente: elaboración propia

*Procedimiento experimental:*

- I. En primer lugar, se extiende la sangre que se vaya a utilizar para la práctica sobre las distintas superficies que se tengan, madera, camisetas, zapatos...
- II. Posteriormente se prepara la disolución con luminol; para ello se miden 35 mL de agua destilada en una probeta. Luego se vierten en un vaso de precipitados.
- III. Se pesan en la balanza 2 gramos de hidróxido de potasio, después se depositan en el vaso de precipitados donde se encuentra el agua y se disuelve en él.
- IV. En la balanza se pesan 0,3 gramos de luminol que posteriormente se añaden al vaso donde se encuentra el agua destilada y el hidróxido de potasio, y se mezclan en él.
- V. Se miden 35 mL de agua oxigenada al 3% en un probeta, se añaden al vaso donde se encuentran los demás productos y se mezcla con ellos.
- VI. Una vez realizada esta disolución se pasa al pulverizador con ayuda de un embudo.

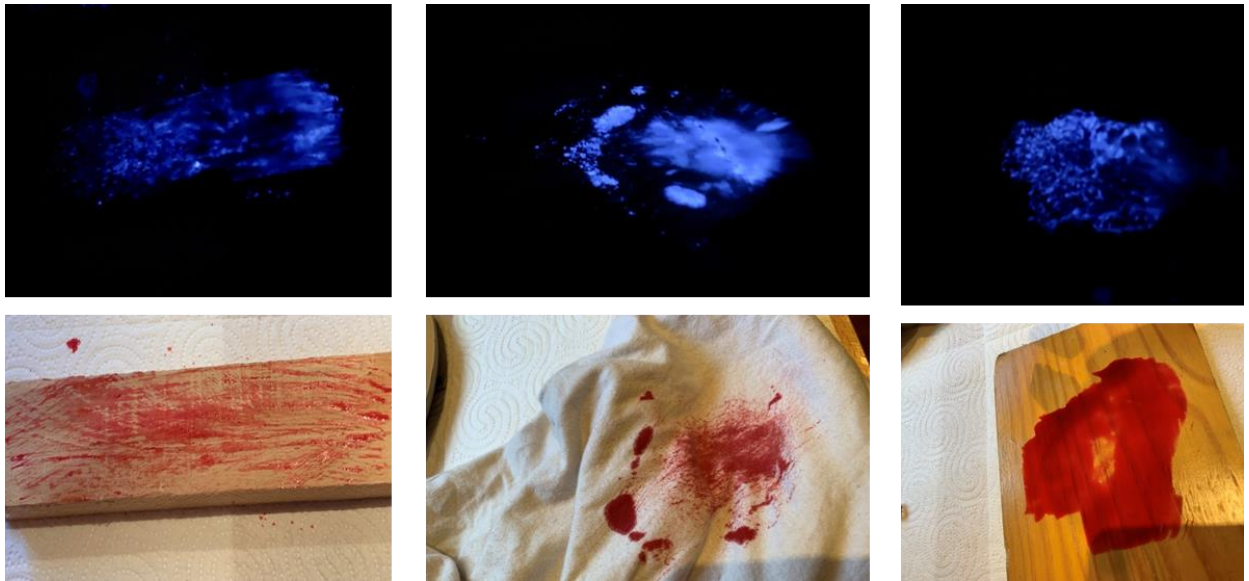
En la Figura 24 se muestra el procedimiento realizado y descrito anteriormente para llevar a cabo esta actividad.



**Figura 24.** Pasos II, III, IV, V y VI del procedimiento experimental. *Fuente: elaboración propia*

- VII. Realizados todos los pasos descritos anteriormente, se aplica a la superficie que contiene la muestra de sangre. Cuando se aplique se deberán apagar las luces y conseguir la máxima oscuridad posible para que se aprecie la luminiscencia.
- VIII. Es importante tener en cuenta que una vez preparada la disolución, es recomendable utilizarla casi de inmediato, ya que caduca en cuestión de horas.
- IX. La sangre se extiende sobre una prenda de tela, madera, zapatos... y se aplica la disolución del luminol con el pulverizador para observar resultados sobre diferentes superficies.

En la Figura 25 se muestran los resultados obtenidos para las distintas superficies en las que se ha aplicado sangre y la emisión de luz observada después de aplicar el luminol sobre ellas.



**Figura 25.** Luminiscencia observada al añadir la disolución que contiene luminol a la sangre.  
*Fuente: elaboración propia*

Tras finalizar la práctica, los alumnos deberán contestar una serie de cuestiones de forma individual.

1. ¿Cuál es la principal aplicación de esta reacción que desprende energía forma de luz en la vida cotidiana?
2. ¿Por qué el luminol necesita un catalizador para emitir luz? ¿Cuál es ese catalizador?
3. ¿Qué ocurriría si en una escena de un crimen no hay sangre, pero sí lejía?
4. ¿Funcionaría igual este método si en vez de sangre de animal hubiese sangre de humano? ¿Por qué?
5. Relacionando los contenidos con los desprendimientos de energía, ¿de qué maneras puede un proceso químico desprender energía?

Se estima que el tiempo requerido para la elaboración de esta práctica es de una sesión normal de clase. Además, para esta actividad es necesario tener en cuenta que el luminol es una sustancia de elevado coste, por tanto hay que tener especial cuidado con él, 5 gramos de este producto tiene un valor de 70 euros. En la Tabla 8 se muestran los costes para realizar la práctica:



**Tabla 8.** Precios del material para realizar la actividad de detectives por un día.

MATERIAL	PRECIO (€)
Luminol	4,2 € (0,3 g)
KOH	0,10 € (2g)
Agua oxigenada al 3%	1,50 €
PRECIO TOTAL	5,80 €

La disolución de luminol, con agua destilada, hidróxido de potasio y agua oxigenada que se preparará en esta actividad puede ser utilizada por todos los grupos de trabajo del laboratorio ya que es abundante y suficiente para poder llevar a cabo la actividad.

Esta actividad se completa presentando en el aula otros ejemplos de luminiscencia que pueden resultar familiares a los alumnos. Además de conocer fenómenos cotidianos de transferencia de energía en forma de luz, se pretende que los alumnos distinguan entre quimioluminiscencia y bioluminiscencia. Este último término se emplea cuando la emisión de luz se debe a una reacción química que tiene lugar dentro de organismos vivos

Hablando de quimioluminiscencia cabe destacar las barras luminiscentes, que son utilizadas en fiestas como pulseras como se muestra en la Figura 26 o también para señales de emergencia para pescadores. Su funcionamiento es el siguiente (Remmert, 2011): constan de un tubo que contiene una sustancia química, oxalato de difenilo, y un colorante (de aquí derivan los múltiples colores que pueden presentar estas barras).

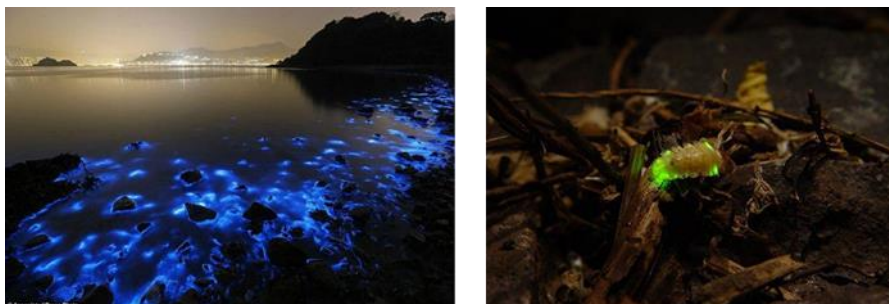


**Figura 26.** Barras luminiscentes hechas pulseras.  
*Fuente: sabercurioso.es*

Dentro del tubo de plástico se encuentra otro más pequeño y de cristal que contiene peróxido de hidrógeno. Para que se produzca luz tiene que tener lugar la reacción química, es por ello que se dobla el tubo para romper el compartimento de vidrio.

Dentro de la bioluminiscencia destacan sobre todo las luciérnagas y el plancton que se muestran en la Figura 27. Las primeras generan luz tras producirse una reacción enzimática en su abdomen, que es por donde emiten la luz. El plancton es un alga microscópica que utiliza la bioluminiscencia para protegerse cuando se encuentra en

peligro, es por ello que normalmente el tono azul que muestra lo hacen por movimientos violentos de agua.



**Figura 27.** A la izquierda se muestra una imagen del plancton y a la derecha una luciérnaga. *Fuente: blogverde*

Las competencias que se trabajarán en las actividades propuestas para los alumnos de 1º Bachillerato son las siguientes:

- Competencia lingüística a la hora de redactar las cuestiones y de la elaboración del proyecto.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, para comprender los cálculos en la actividad de medidas de cambio de entalpía y también el uso del razonamiento para llevar a cabo las actividades.
- Competencia digital para buscar información sobre cómo construir un calorímetro, cómo funcionan las bebidas autocalentables y para hacer presentaciones tanto en power point como prezi.
- Competencia aprender a aprender afianzando todos los conceptos gracias a las actividades propuestas.
- Competencias sociales y cívicas para saber trabajar en grupo en la realización del proyecto.
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor tomando decisiones a la hora de realizar la actividad ABP para presentar el proyecto.

## 6. CONCLUSIONES

La propuesta educativa que se expone en este Trabajo de Fin de Máster muestra como la química cotidiana puede ser un recurso para la enseñanza de la transferencia de energía en los procesos químicos a diferentes niveles educativos. Mediante las actividades que se han propuesto los alumnos pueden conectar los contenidos estudiados con fenómenos cotidianos que nos rodean, de tal manera que le resulte más sencilla y atractiva esta materia.

A pesar de que uno de los principales problemas con los que se encuentran los docentes a diario es la falta de recursos tanto de material como de laboratorios, en este trabajo se demuestra que no son necesarios equipos de elevado coste ni sustancias de difícil acceso ni costosas para realizar actividades originales y diferentes, para poder motivar y despertar el interés de los alumnos.

Además, para facilitar el aprendizaje significativo de los alumnos es primordial el uso de diferentes metodologías que les ayuden a aprender a aprender. Por ello, en este trabajo se proponen diferentes estrategias como la experimentación, que es de gran relevancia en química, el Aprendizaje Basado en Problemas, donde ellos tendrán que aprender a buscar información, seleccionarla y tener un aprendizaje autónomo y la química cotidiana como recurso principal.

Con todo ello, se pretende que los alumnos sean capaces de entender las transferencias de energía que existen en los procesos químicos, que diferencien entre procesos endotérmicos y exotérmicos y que se den cuenta que la transferencia de energía no solo se dan en forma de calor, aunque sea lo más común. Además, también se procura que sepan aplicar los contenidos aprendidos en clase y que los relacionen con la química en la vida cotidiana.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, M. L. y Durán, C. (2011) 'Química recreativa con agua oxigenada', *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8, pp. 446–453.

Barberá, O. y Valdés, P. (1996) 'El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: Una revisión', *Enseñanza de las ciencias*, 14, pp. 365–379.

Barrows, H. S. (1996) 'Problem-Based Learning in Medicine and Beyond : A Brief Overview', *New Directions For Teaching and Learning*, (68), pp. 3–12.

Caamaño, A (2001) 'La enseñanza de la química en el inicio del nuevo siglo: una perspectiva desde España', *Educación Química*, 12, pp. 7–17.

Cárdenas, S. F. (2006) 'Dificultades de aprendizaje en química: Caracterización y búsqueda de alternativas para superarlas', *Ciência & Educação*, 12, pp. 333–346.

Cedron, J. C. (2011) 'El Luminol', *Revista de Química PUCP*, 25, pp. 1–2.

Flores, J. (2009) 'El laboratorio en la enseñanza de las ciencias : Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje', *Revista de Investigación*, 33, pp. 75–112.

Galagovsky, L. R. (2005) 'La enseñanza de la química pre-universitaria: ¿qué enseñar, cómo, cuánto, para quiénes?', *Química Viva*, 4, pp. 8–22.

Haynes, W.M., Lide, D.R. y Bruno, J.T. (2017) *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, Section 5 "Thermochemistry, Electrochemistry, and Solution Chemistry" 5-108.

Hodson, D. (1994) 'Investigación y experiencias didácticas', *Enseñanza de las ciencias*, 12, pp. 299–313.

Jiménez-Liso, R. M. y De Manuel, E. (2009) 'La química cotidiana, una oportunidad para el desarrollo profesional del profesorado', *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8, pp. 878–900.

Jiménez-Liso, M. R., Sánchez, M. Á. y De Manuel, E. (2002) 'Química cotidiana para la alfabetización científica : ¿realidad o utopía?', *Educación Química*, 13, pp. 259–266.

De Manuel, E. (2004) 'Química cotidiana y currículo de química', *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, pp. 25–33.

Martínez, L., Peñal, D. y Villamil, Y. (2007) 'Relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y ambiente a partir de casos simulados: Una Experiencia En La Enseñanza De La Química', *Ciencia & Ensino*, 1, p. 16.

Meroni, G., Copello, M. I. y Paredes, J. (2015) 'Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria', *Educacion Quimica*, 26, pp. 275–280.

Molina, J. A., García, A., Pedraz, A. y Antón, V. (2014) 'Aprendizaje basado en problemas : una alternativa al método tradicional', *Revista de la Red Estatal de Docencia Universitaria*, 3, pp. 79–85.

Morales Bueno, P. (2018) 'Aprendizaje basado en problemas (ABP) y habilidades de pensamiento crítico, ¿una relación vinculante?', *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 21, pp. 91–108.

Morales Galicia, M. L. (2008) 'Empleo del aprendizaje basado en problemas ( ABP ). Una propuesta para acercarse a la química verde', *Tecnología en Marcha*, 21, pp. 41–48.

Pinto, G., Llorens, J. A. y Oliver-Hoyo, M. T. (2009) 'Fisicoquímica de las bebidas "autocalentables": ejemplo de aprendizaje basado en problemas', *Anales de Química*, 105, pp. 50–56.

ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.', *Boletín Oficial de Castilla y León*, nº 86, 8 de mayo de 2015, pp. 32051–32480.

ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León', *Boletín Oficial de Castilla y León*, nº 86, 8 de mayo de 2015, pp. 32481–32981.

Prolongo, M. L. y Pinto, G. (2010) 'Las bebidas autocalentables y autoenfriables como recursos para un aprendizaje activo', *Educación Química EduQ*, 7, pp. 4–14.

Ramírez, I. y Soto, S. (2016) 'Proyecto de Virtualización Química Básica II- Actividad de aprendizaje', *TEC Digital*, pp. 1–10.

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato', *Boletín Oficial del Estado*, nº 3, 3 de enero de 2015, pp. 169–546.

Reger, D.L., Goode, S.R. y Ball, D.W., *Chemistry: Principles and Practice*, 3ª Ed., Cengage Learning (2010).

Remmert, R. (2011) 'What is chemiluminescence?', *Science in school*, pp. 123–153.

Rodríguez, E. (2013) 'El aprendizaje de la química de la vida cotidiana en la educación básica', *Revista de Postgrado FACE-UC*, 7, pp. 363–373.

Séré, M.-G. (2002) 'La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia?', *Enseñanza de las ciencias*, 20, pp. 357–368.

Solbes, J. (2011) '¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias?', *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 67, pp. 53–61.

Trejo, L., Delgado, T. y Flores, S. (2009) 'Sobre la enseñanza de la termoquímica en la química del nivel bachillerato', *Enseñanza de las ciencias*, pp. 3576–3579.

## 8. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

### Tablas

<b>Tabla 1.</b> Extracto del currículo de la normativa vigente. Bloque 5: Los cambios (4º ESO) .....	4
<b>Tabla 2.</b> Extracto del currículo de la normativa vigente. Bloque 4: Transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones químicas. (1º Bachillerato) .....	5
<b>Tabla 3.</b> Precios para la realización de la actividad de experimentación con procesos endotérmicos y exotérmicos. ....	17
<b>Tabla 4.</b> Tabla modelo (incluye los resultados obtenidos para 100 g de nitrato de amonio). ....	21
<b>Tabla 5.</b> Costes para la elaboración de la práctica de bolsas de frío y de calor. ....	24
<b>Tabla 6.</b> Clasificación de las magnitudes dadas en el ejercicio propuesto.....	27
<b>Tabla 7.</b> Precios del material para realizar la actividad de la determinación de la capacidad calorífica del calorímetro y de entalpías de disolución. ....	36
<b>Tabla 8.</b> Precios del material para realizar la actividad de detectives por un día. ....	51

### Figuras

<b>Figura 1.</b> Procesos acompañados de transferencia de energía. <i>Fuente: Ramírez y Soto (2016)</i> .....	13
<b>Figura 2.</b> Sustancias elegidas para el desarrollo de la práctica de experimentación con procesos endotérmicos y exotérmicos. <i>Fuente: elaboración propia</i> .....	15
<b>Figura 3.</b> Procedimiento experimental seguido para la realización de esta actividad. <i>Fuente: elaboración propia</i> .....	16
<b>Figura 4.</b> Bolsas de frío y calor que se venden en el Corte Inglés.....	18
<b>Figura 5.</b> Bolsas herméticas para el diseño de los packs de frío y calor. <i>Fuente: elaboración propia</i> .....	19
<b>Figura 6.</b> Pasos II y III del procedimiento. <i>Fuente: elaboración propia</i> .....	20
<b>Figura 7.</b> Pasos IV y V del procedimiento. <i>Fuente: elaboración propia</i> .....	21
<b>Figura 8.</b> Temperatura final que alcanzó la bolsa de frío. <i>Fuente: elaboración propia</i> .....	21
<b>Figura 9.</b> Temperatura final alcanzada con la bolsa de calor. <i>Fuente: elaboración propia</i> .....	22
<b>Figura 10.</b> Esquema sobre sistemas termodinámicos. <i>Fuente: Elaboración propia</i> .....	26
<b>Figura 11.</b> Construcción del calorímetro. <i>Fuente: elaboración propia</i> .....	31

<b>Figura 12.</b> Procedimiento para la determinación de la capacidad calorífica del calorímetro. <i>Fuente: elaboración propia</i> .....	32
<b>Figura 13.</b> Procedimiento experimental para la determinación de la entalpía de disolución. <i>Fuente: elaboración propia</i> .....	34
<b>Figura 14.</b> Logo de la empresa. <i>Fuente: página web oficial de la empresa</i> .....	37
<b>Figura 15.</b> Tipos de bebidas autocalentables. <i>Fuente: página web oficial de la empresa</i> . ...	38
<b>Figura 16.</b> Funcionamiento de las latas autocalentables. <i>Fuente: página web oficial de la empresa</i> . ....	38
<b>Figura 17.</b> Componentes de las bebidas autocalentables. <i>Fuente: página web oficial de la empresa</i> .....	39
<b>Figura 18.</b> Componentes nutricionales de la leche elaborada por la empresa “The 42 Degree Company”. <i>Fuente: página web oficial de la empresa</i> .....	41
<b>Figura 19.</b> Máquina para el llenado de las cápsulas de agua coloreadas. <i>Fuente: página web oficial de la empresa</i> .....	42
<b>Figura 20.</b> Ensamblado de las latas, línea 2.....	43
<b>Figura 21.</b> Etiquetado de las latas. <i>Fuente: página web oficial de la empresa</i> .....	44
<b>Figura 22.</b> Aplicación del luminol para investigaciones forenses. <i>Fuente: página web ciencia</i> .....	46
<b>Figura 23.</b> Productos utilizados para la práctica de la luminiscencia. <i>Fuente: elaboración propia</i> .....	48
<b>Figura 24.</b> Pasos II, III, IV, V y VI del procedimiento experimental. <i>Fuente: elaboración propia</i> .....	49
<b>Figura 25.</b> Luminiscencia observada al añadir la disolución que contiene luminol a la sangre. .....	50
<b>Figura 26.</b> Barras luminiscentes hechas pulseras. <i>Fuente: sabercurioso.es</i> .....	51
<b>Figura 27.</b> A la izquierda se muestra una imagen del plancton y a la derecha una luciérnaga. <i>Fuente: blogverde</i> .....	52