



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

**FACULTAD DE EDUCACIÓN - CENTRO DE FORMACIÓN DEL
PROFESORADO**

Secuencia Didáctica:

Combustión

Máster Universitario en Formación del Profesorado
de ESO y Bachillerato, FP y Enseñanzas de Idiomas
Especialidad Física y Química

Grupo 7:

Cristina Naranjo Calderón

Emilio Navares Bachiller

Raquel Romero Chorro

Javier de Vicente Martínez

MADRID

Curso 2022-2023

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. ANÁLISIS DEL CONTEXTO	2
1.1. EL TIEMPO COMO FACTOR LIMITANTE	2
1.2. EL CURRÍCULO ESCOLAR	2
2. ANÁLISIS DIDÁCTICO	6
2.1. CARACTERÍSTICAS DEL ALUMNADO. CONCEPCIONES ALTERNATIVAS	6
2.2. SELECCIÓN DE CONTENIDOS	9
2.3 RELACIÓN ENTRE CONTENIDOS	11
3. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS	11
3.1 PRESUPUESTOS METODOLÓGICOS	11
3.2 DISEÑO Y SECUENCIA DE ACTIVIDADES	13
4. EVALUACIÓN	35
4.1 CRITERIOS Y ESTÁNDARES	35
BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS	44

INTRODUCCIÓN

En esta Secuencia Didáctica (SD) se aborda el contenido de la Combustión desde una perspectiva medioambiental, valorando el papel de la misma en los incendios forestales que se producen cada vez con más frecuencia y que provocan daños irreparables en el medio natural.

Desde el punto de vista psicológico, en esta secuencia, y dentro del enfoque denominado constructivismo, se asume el modelo del procesamiento de la información como marco teórico de referencia, aceptado por la psicología cognitiva y utilizado en el ámbito de la enseñanza de la química de forma sistemática por Johnstone (1997). Este modelo establece relaciones entre el ambiente y los individuos, y explica cómo se almacena la información dentro de nuestra mente. Estas ideas influyen en el aprendizaje del alumno y pueden verse reflejadas en el siguiente proceso de aprendizaje: el alumno filtra la información proporcionada por el profesor y es capaz de transformarla. Es decir, el aprendizaje académico no se basa en la transmisión de conocimientos de la mente del profesor a la cabeza en blanco del estudiante; sino que consiste en cómo el alumno reestructura esa información recibida y es capaz de elaborar sus propios conceptos relacionando el material nuevo con los conocimientos que ya sabe. En resumen, este modelo tiene al alumno como foco central del aprendizaje siendo él mismo el encargado de transformar, interpretar y organizar los conceptos en su cabeza. Mientras que el papel del profesor es el de acompañar al estudiante para facilitarle el proceso de construcción del conocimiento.

Por otro lado, es importante tener en cuenta qué tipo de contenido se le debe proporcionar al alumno, es decir, dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje los contenidos deben presentarse desde un conocimiento proposicional (el qué) y procedimental (el cómo). Además, estudios descritos en la literatura recogen que se deben incluir los niveles de análisis de las representaciones de los modelos mentales que favorecen la construcción de los mismos (Vosniadou, 1994; Gómez Crespo y Pozo, 1998).

Con respecto a lo anterior, el objeto de estudio de la química puede expresarse, al menos, en tres niveles de representación, los cuales serán trabajados en esta Secuencia Didáctica: 1) el nivel macroscópico se llevará a cabo mediante prácticas científicas, 2) el nivel microscópico; realizado mediante modelos sencillos de átomos y molécula y, 3) el nivel simbólico; estudiado mediante ecuaciones químicas (Johnstone, 1982). En las primeras etapas educativas, la enseñanza debería centrarse en los aspectos macroscópicos que son más fácilmente entendibles por el alumno, mientras que en las etapas superiores se deberá tratar el nivel microscópico. De esta forma, en niveles superiores como en estudios universitarios, los alumnos deberían poder moverse con facilidad entre los tres niveles siendo capaces de relacionarlos entre ellos.

Por último, los principios que orientan esta Secuencia Didáctica se resumen en:

- Construcción de modelos y conocimientos a partir de la experimentación.
- Realización de problemas abiertos llevados a cabo con la Metodología de Resolución de Problemas por Indagación (Martínez y Varela, 2009).

- Introduciremos el nivel “simbólico” de representación para abordar la ecuación química y el ajuste de reacciones.
- Valoraremos los peligros generados de un mal uso de estas reacciones y de la combustión descontrolada.
- Relacionaremos la combustión con el cuidado del medio ambiente.

1. ANÁLISIS DEL CONTEXTO

En este apartado se desarrollarán factores importantes a tener en cuenta para el desarrollo de esta Secuencia Didáctica, cómo será el tiempo y el currículo escolar.

1.1. EL TIEMPO COMO FACTOR LIMITANTE

Para el desarrollo de esta Secuencia Didáctica se utilizarán 7 sesiones de 50 minutos de duración pudiéndose ampliar hasta a 9 sesiones dependiendo del alumnado. Además, se incluyen 4 actividades de evaluación que podrán realizarse en una sesión de 50 minutos. Algunas actividades son de carácter experimental y están diseñadas para llevarse a cabo en el laboratorio de Física y Química del que disponga el centro.

1.2. EL CURRÍCULO ESCOLAR

El documento legislativo a utilizar es el Real Decreto 217/2022, del 29 de marzo, por el que se establece la ordenación de la Educación Secundaria Obligatoria (BOE núm. 76, de 30 de marzo de 2022), que indica:

“La formación integral del alumnado requiere de una alfabetización científica en la etapa de la Educación Secundaria como continuidad a los aprendizajes relacionados con las ciencias de la naturaleza en Educación Primaria, pero con un nivel de profundización mayor en las diferentes áreas de conocimiento de la ciencia. En esta alfabetización científica, la materia de Física y Química contribuye a que el alumnado comprenda el funcionamiento del universo y las leyes que lo gobiernan, y proporciona los conocimientos, destrezas y actitudes de la ciencia que le permiten desenvolverse con criterio fundamentado en un mundo en continuo desarrollo científico, tecnológico, económico y social, promoviendo acciones y conductas que provoquen cambios hacia un mundo más justo e igualitario.

El currículo de la materia de Física y Química contribuye al desarrollo de las competencias clave y de los objetivos de etapa. Para ello, los descriptores de las distintas competencias clave reflejadas en el Perfil de salida del alumnado al término de la enseñanza básica y los objetivos de etapa se concretan en las competencias específicas de la materia de Física y Química. Estas competencias específicas justifican el resto de los elementos del currículo de la materia y contribuyen a que el alumnado sea capaz de desarrollar el pensamiento científico para enfrentarse a los posibles problemas de la sociedad que lo rodea y disfrutar de un conocimiento más profundo del mundo.

La evaluación de las competencias específicas se realiza teniendo en cuenta los criterios de evaluación, que están enfocados en el desempeño de los conocimientos, destrezas y actitudes asociados al pensamiento científico competencial.

Los saberes básicos de esta materia contemplan conocimientos, destrezas y actitudes que se encuentran estructurados en los que tradicionalmente han sido los grandes bloques de conocimiento de la Física y la Química: «La materia», «La energía», «La interacción» y «El cambio». Además, este currículo propone la existencia de un bloque de saberes básicos comunes que hace referencia a las metodologías de la ciencia y a su importancia en el desarrollo de estas áreas de conocimiento. En este bloque, denominado «Las destrezas científicas básicas», se establece además la relación de las ciencias experimentales con una de sus herramientas más potentes, las matemáticas, que ofrecen un lenguaje de comunicación formal y que incluyen los conocimientos, destrezas y actitudes previos del alumnado y los que se adquieren a lo largo de esta etapa educativa. Se incide aquí en el papel destacado de las mujeres a lo largo de la historia de la ciencia como forma de ponerlo en valor y fomentar nuevas vocaciones femeninas hacia el campo de las ciencias experimentales y la tecnología. El bloque de «La materia» engloba los saberes básicos sobre la constitución interna de las sustancias, lo que incluye la descripción de la estructura de los elementos y de los compuestos químicos y las propiedades macroscópicas y microscópicas de la materia como base para profundizar en estos contenidos en cursos posteriores.

Con el bloque «La energía» el alumnado profundiza en los conocimientos, destrezas y actitudes que adquirió en la Educación Primaria, como las fuentes de energía y sus usos prácticos o los aspectos básicos acerca de las formas de energía. Se incluyen, además, saberes relacionados con el desarrollo social y económico del mundo real y sus implicaciones medioambientales.

«La interacción» contiene los saberes acerca de los efectos principales de las interacciones fundamentales de la naturaleza y el estudio básico de las principales fuerzas del mundo natural, así como sus aplicaciones prácticas en campos tales como la astronomía, el deporte, la ingeniería, la arquitectura o el diseño.

Por último, el bloque denominado «El cambio» aborda las principales transformaciones físicas y químicas de los sistemas materiales y naturales, así como los ejemplos más frecuentes del entorno y sus aplicaciones y contribuciones a la creación de un mundo mejor. Todos los elementos curriculares están relacionados entre sí formando un todo que dota al currículo de esta materia de un sentido integrado y holístico. Así, la materia de Física y Química se plantea a partir del uso de las metodologías propias de la ciencia, abordadas a través del trabajo cooperativo y la colaboración interdisciplinar y su relación con el desarrollo socioeconómico, y enfocadas a la formación de alumnos y alumnas competentes y comprometidos con los retos del siglo XXI y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En este sentido, las situaciones de aprendizaje que se planteen para la materia deben partir de un enfoque constructivo, crítico y emprendedor.

La construcción de la ciencia y el desarrollo del pensamiento científico durante todas las etapas del desarrollo del alumnado parten del planteamiento de cuestiones científicas basadas en la observación directa o indirecta del mundo en situaciones y contextos habituales, en su intento de explicación a partir del conocimiento, de la búsqueda de evidencias y de la indagación y en la correcta interpretación de la información que a diario llega al público en diferentes formatos y a partir de diferentes fuentes. Por eso, el enfoque que se le dé a esta materia a lo largo de esta etapa educativa debe incluir un tratamiento

experimental y práctico que amplíe la experiencia del alumnado más allá de lo académico y le permita hacer conexiones con sus situaciones cotidianas, lo que contribuirá de forma significativa a que desarrolle las destrezas características de la ciencia. De esta manera se pretende potenciar la creación de vocaciones científicas para conseguir que haya un número mayor de estudiantes que opten por continuar su formación en itinerarios científicos en las etapas educativas posteriores y proporcionar, a su vez, una completa base científica para aquellos estudiantes que deseen cursar itinerarios no científicos.”

“La esencia del pensamiento científico es comprender cuáles son los porqués de los fenómenos que ocurren en el medio natural para tratar de explicarlos a través de las leyes físicas y químicas adecuadas. Comprenderlos implica entender las causas que los originan y su naturaleza, permitiendo al alumnado actuar con sentido crítico para mejorar, en la medida de lo posible, la realidad cercana a través de la ciencia.”

“Una característica inherente a la ciencia y al desarrollo del pensamiento científico en la adolescencia es la curiosidad por conocer y describir los fenómenos naturales. Dotar al alumnado de competencias científicas implica trabajar con las metodologías propias de la ciencia y reconocer su importancia en la sociedad. El alumnado que desarrolla esta competencia debe observar, formular hipótesis y aplicar la experimentación, la indagación y la búsqueda de evidencias para comprobarlas y predecir posibles cambios.”

“La interpretación y la transmisión de información con corrección juegan un papel muy importante en la construcción del pensamiento científico, pues otorgan al alumnado la capacidad de comunicarse en el lenguaje universal de la ciencia, más allá de las fronteras geográficas y culturales del mundo.”

“Las disciplinas científicas se caracterizan por conformar un todo de saberes integrados e interrelacionados entre sí. Del mismo modo, las personas dedicadas a la ciencia desarrollan destrezas de trabajo en equipo, pues la colaboración, la empatía, el asertividad, la garantía de la equidad entre mujeres y hombres y la cooperación son la base de la construcción del conocimiento científico en toda sociedad”.

“[] el alumno o alumna debe asumir que la ciencia no es un proceso finalizado, sino que está en una continua construcción recíproca con la tecnología y la sociedad. La búsqueda de nuevas explicaciones, la mejora de procedimientos, los nuevos descubrimientos científicos, etc. influyen sobre la sociedad, y conocer de forma global los impactos que la ciencia produce sobre ella es fundamental en la elección del camino correcto para el desarrollo”.

En la Tabla 1, y siguiendo las prescripciones de dicho Real Decreto y conforme al DECRETO 65/2022, de 20 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se establecen para la Comunidad de Madrid la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria, se indican las competencias específicas y sus descriptores, los saberes básicos y los criterios de evaluación abordados en esta Secuencia Didáctica.

En ella se encuentran las relaciones entre los saberes tratados durante esta secuencia didáctica y los descriptores asociados a las actividades realizadas. Además de la relación asociada entre dichos descriptores, las competencias específicas de la asignatura de Física y Química, y sus correspondientes criterios de evaluación en 4º ESO.

Tabla 1: Relación para la SD “Combustión” entre descriptores, competencias específicas de la asignatura de Física y Química y criterios de evaluación en 4º ESO

FÍSICA Y QUÍMICA DE 4º ESO- VINCULACIÓN CON CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y SABERES BÁSICOS											
DESCRIPTORES DE C.CLAVE	CCL1	CCL3	STEM1	STEM2	STEM4	STEM5	CD1	CD3	CPSAA2	CPSAA6	CCEC4
SABERES/CRITERIOS DE EVALUACIÓN	1.1 / 1.3	2.3	2.2 / 2.3	1.1 / 1.3 / 6.2	1.1 / 1.3 / 3.2	6.2	2.3	3.2	3.2	1.3 / 6.2	3.2
A. Las destrezas científicas básicas.					X					X	
- Diseño del trabajo experimental y emprendimiento de proyectos de investigación: estrategias en la resolución de problemas mediante el uso de la experimentación y el tratamiento del error mediante	X				X					X	
- La investigación científica.					X					X	
- Empleo de diversos entornos y recursos de aprendizaje científico, como el laboratorio o los entornos virtuales, utilizando de forma correcta los materiales, sustancias y herramientas tecnológicas	X	X			X	X		X	X	X	X
- Proyecto de investigación sencillo.	X	X			X	X		X	X	X	X
- Aplicación responsable de las normas de seguridad en el laboratorio.	X	X			X	X				X	
- Uso del lenguaje científico: manejo adecuado de distintos sistemas de unidades y sus símbolos. Utilización de herramientas matemáticas adecuadas en diferentes escenarios científicos y de	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
- Las magnitudes.		X		X	X	X	X			X	
- Expresión de resultados de forma rigurosa en diferentes formatos.	X	X			X	X		X	X	X	X
- Estrategias de interpretación y producción de información científica en diferentes formatos y a partir de diferentes medios: desarrollo del criterio propio basado en lo que el pensamiento científico	X	X		X		X	X	X	X		X
- Utilización de herramientas tecnológicas en el entorno científico.	X					X		X	X		X
B. La materia.	X	X	X		X	X				X	
- Modelos atómicos: desarrollo histórico de los principales modelos atómicos clásicos y cuánticos y descripción de las partículas subatómicas, estableciendo su relación con los avances de la	X	X	X		X	X				X	
- Las partículas elementales.	X	X	X		X	X				X	
- Introducción a la nomenclatura de los compuestos orgánicos: denominación de compuestos orgánicos monofuncionales a partir de las normas de la IUPAC como base para entender la gran variedad de	X	X	X		X	X				X	
C. El cambio.	X	X	X	X			X				
- Ecuaciones químicas: ajuste de reacciones químicas y realización de predicciones cualitativas y cuantitativas basadas en la estequiometría, relacionándolas con procesos fisicoquímicos de la	X		X								
- Ajuste de ecuaciones químicas.	X		X								
- Cálculos estequiométricos. Rendimiento de una reacción.	X		X								
- Reacciones químicas de especial interés.		X		X			X				
- Descripción cualitativa de reacciones químicas de interés: reacciones de combustión, neutralización y procesos electroquímicos sencillos, valorando las implicaciones que tienen en la tecnología. la	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
- Tipos de reacciones químicas.	X					X		X	X		X
- Factores que influyen en la velocidad de las reacciones químicas: comprensión de cómo ocurre la reordenación de los átomos aplicando modelos como la teoría de colisiones y realización de	X	X		X			X				
- Introducción a la energía en las reacciones químicas.	X	X		X	X	X	X			X	
E. La energía.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
- Transferencias de energía: el trabajo y el calor como formas de transferencia de energía entre sistemas relacionados con las fuerzas o la diferencia de temperatura.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
- Efecto del calor sobre los cuerpos.	X	X	X	X		X	X	X	X		X

2. ANÁLISIS DIDÁCTICO

El análisis didáctico se va a llevar a cabo valorando dos aspectos: las características del alumnado y los contenidos que constituyen la Secuencia Didáctica en materia de competencias.

2.1. CARACTERÍSTICAS DEL ALUMNADO. CONCEPCIONES ALTERNATIVAS

En esta primera parte se analizarán las características del alumnado teniendo en cuenta las concepciones alternativas que presentan con respecto a los contenidos que se van a abordar en esta Secuencia Didáctica. Estas concepciones alternativas se utilizarán como punto de partida para el profesor y les servirá como guía para diseñar las actividades que conformen el aprendizaje de los alumnos.

A continuación, la Tabla 2 recoge las principales concepciones alternativas descritas en la literatura sobre conceptos como los cambios químicos, la Ley de conservación de la masa y la relación entre la reacción de combustión y la energía.

Tabla 2: Principales concepciones alternativas y su relación con la concepción científica sobre combustión en los alumnos de secundaria

Contenido	Concepción alternativa	Concepción Científica	Citas bibliográficas
<i>Cambios químicos</i>	<p>“La vela se derrite”</p> <p>Asocian el cambio químico a cambios de estado, de forma, de tamaño, se liberan o desaparecen sustancias.</p>	La combustión es un cambio químico, donde interviene el oxígeno del aire y se genera CO ₂ y H ₂ O.	Hesse y Anderson, 1992; Watson y colaboradores, 1995
<i>Ley conservación de la masa</i>	<p>“El papel desaparece”</p> <p>La materia se destruye.</p>	El papel reacciona con el oxígeno para dar una reacción de combustión. Las sustancias cambian (cambio químico), no desaparecen.	Barker, 1999
	<p>“El oxígeno no interviene en la combustión”</p> <p>No tienen en cuenta las sustancias gaseosas. No se cumple la Ley de conservación de la materia.</p>	El oxígeno es un gas necesario para que se de una combustión y se genere CO ₂ y H ₂ O, también gases. La masa de los materiales de partida y de los productos se conserva.	Pozo, 1991
	Los gases pesan menos porque el combustible se convierte en calor y energía cinética.	Se cumple la Ley de conservación de la materia, aunque ocurra un cambio de estado.	Andersson, 1986

<i>Relación de la energía y la combustión</i>	La llama es indicativa de una reacción química de combustión.	La llama indica cuando se produce un cambio de energía en un cambio químico, pero no siempre indica combustión, p. ej: combustión carbón.	Watson y colaboradores, 1997
	El fuego es un elemento activo de la reacción.	El fuego indica que se está produciendo un cambio de energía en la reacción.	Watson y colaboradores, 1997
	La combustión es endotérmica (necesita cerilla).	La combustión es una reacción exotérmica en la que se libera energía. Para que se de esta reacción es necesario un comburente (O ₂), un combustible (cabeza de la cerilla) y una energía (fricción cerilla)	Boo, 1998
	No consideran el calor como energía.	El calor es una forma de energía que se manifiesta por un aumento de temperatura y se genera por el movimiento de los átomos o moléculas que forman las sustancias.	Science Learning Hub, 2009
	Un trozo de carbón tiene energía porque al quemarlo produce calor.	El calor es una transferencia de energía de un sistema a otro debido a la diferencia de temperatura entre ambos.	Gallastegui y Lorenzo, 1993

Después de clasificar estas concepciones alternativas, cabe destacar que el aspecto más importante de las mismas se refiere a la confusión que presentan para identificar la combustión como un cambio químico. A pesar de que conocen que la combustión es una reacción química, utilizan lenguaje relacionado con los cambios físicos para referirse a ella, p.ej: la vela se derrite o se funde. Por otro lado, tampoco son conscientes del papel que tiene el oxígeno como elemento clave de la combustión, al despreciar este no tienen en cuenta la Ley de conservación de la masa. Por último, aparecen problemas asociados a la energía que se libera en la combustión, confundiendo en muchas ocasiones el término de calor.

2.2. SELECCIÓN DE CONTENIDOS

Los saberes básicos o contenidos se pueden clasificar en tres grupos asumidos por el Modelo para elaborar las Secuencias Didácticas:

- Conocimientos: el alumno tiene que saber que...
- Capacidades: el alumno tiene que ser capaz de...
- Actitudes: el alumno se implica en/es...

Más concretamente en esta Secuencia Didáctica, se indica entre paréntesis los indicadores de evaluación referidos a los conocimiento, capacidades y actitudes correspondientes representados en la Tabla 3:

Tabla 3: Competencias que debe desarrollar el alumno al finalizar la secuencia didáctica

Conocimientos: “El alumno tiene que saber que”	Capacidades: “El alumno tiene que ser capaz de”	Actitudes: “El alumno se implica en/es”
Nomenclatura y lenguaje científico (C1)	Nombrar diferentes compuestos químicos adecuadamente (A1)	
Principales compuestos químicos y concepto de mol (C1, C2, C3)	Diferenciar las características de los principales compuestos químicos (A1, A2) Manejo de cantidades adecuado (R6)	
Entendimiento de la materia con el modelo atómico de Bohr (C1, C2) Evolución de los modelos atómicos (C1)	Aplicación de los conocimientos sobre la estructura atómica de la materia (A1, A2, A4)	
Cambios de la materia (C1)	Indicar de forma cualitativa los posibles cambios que le suceden a la materia (A1, A2, A3)	
Leyes de los gases (C1, C2)	Comportamiento de los gases bajo diferentes condiciones (A4)	
Estrategias de uso correcto de herramientas tecnológicas en el ámbito científico (C4) Uso correcto del equipo del laboratorio, buen comportamiento y trabajo en el laboratorio (C4)	Aplicar los conocimientos y técnicas necesarias para trabajar la materia en el laboratorio (A3)	Comportamiento adecuado en el laboratorio respetando las medidas de seguridad (Ac1, Ac2)
Ley de la conservación de la masa y proporciones definidas (C1, C2) Conocimiento del concepto de reactivo limitante (C1)	Ajuste de reacciones químicas sencillas (A3) Interpretación microscópica de reacciones químicas (A2, A3) Cálculos estequiométricos sencillos (A3) Predecir las cantidades de los productos en una reacción química (R1, R3)	
Introducción a la energía en las reacciones químicas (C1, C3) Mecanismo de las reacciones químicas (C1, C3) Aproximación al concepto de velocidad de reacción química (C1, C3)	Análisis de factores que afectan a las reacciones químicas (A1, A2, A4, R7) Factores que influyen en la velocidad de una reacción química (A1, A2, A4, R7)	
Conocimiento de problemas medioambientales (C1)	Busca soluciones a problemas medioambientales (A3)	Conocer las consecuencias de los problemas medioambientales (Ac1, Ac2) Conocer el alcance de los problemas medioambientales (Ac1, Ac2)

2.3 RELACIÓN ENTRE CONTENIDOS

El siguiente esquema (Figura 1) recoge la visión general de los contenidos de la Secuencia Didáctica desde un enfoque medioambiental:

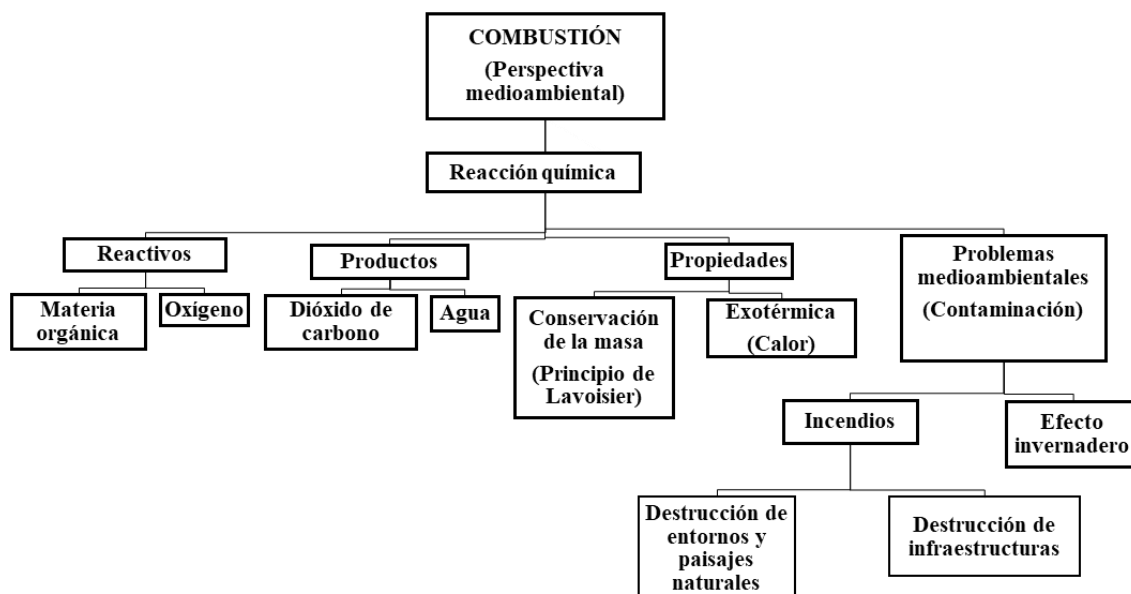


Figura 1: Mapa conceptual sobre la combustión desde una perspectiva medioambiental

3. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

En este apartado se detallarán los presupuestos metodológicos y el diseño de las actividades que se llevarán a cabo en esta Secuencia Didáctica.

3.1 PRESUPUESTOS METODOLÓGICOS

La forma de trabajar en el aula estará en concordancia con los principios indicados en el apartado de Introducción, haciendo hincapié en una metodología basada en la indagación y reflexión que, además, buscará coherencia entre el modelo formativo y el didáctico propuesto. Para ello, se utilizará como punto de partida las ideas o concepciones de los alumnos, se limitarán las explicaciones teóricas en la medida de lo posible, y serán las actividades a desarrollar por el estudiante las que guíen el desarrollo de las sesiones. Además, se considera también la Teoría del cambio conceptual (Posner y colaboradores, 1982), por lo que se parte de la identificación de esas concepciones alternativas en los

alumnos. No solo para que el profesor tenga un punto de partida, sino (y sobre todo) para que el alumno sea consciente de sus ideas y reflexione ante un suceso discrepante, favoreciendo así la consolidación de una nueva idea más próxima a la realidad científica (Nussbaum y Novick, 1982).

Se pretende que, en cada sesión dedicada a esta Secuencia Didáctica el trabajo del alumno incluya tanto una parte individual como otra parte grupal, fomentándose también el debate y la discusión de las ideas trabajadas en el grupo. Trabajaremos la reflexión personal de los alumnos utilizándola como punto de partida para la posterior cooperación con los demás y para favorecer el aprendizaje cognitivo tanto personal como social.

La intención a lo largo de esta Secuencia Didáctica es hacer las clases dinámicas y aplicadas para evitar, en la medida de lo posible, la pérdida de atención e interés por parte de los alumnos.

Asimismo, la secuencia de las tareas diseñadas posee un orden concreto y definido en su realización, incluyendo actividades de iniciación, reestructuración de ideas y aplicación de nuevas ideas. La realización de las mismas incluye abordar conjuntamente los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. Hay que recalcar que este enfoque curricular supone asumir la estructura trifásica característica de los modelos de enseñanza para el cambio conceptual.

Por último, cabe destacar que estas actividades requieren una gran participación y esfuerzo por parte del estudiante, ya que no siguen el formato de una clase tradicional, sino que el aula se asemeja a un equipo de investigación, donde el profesor es el experto en la materia y su papel es el de ayudar y facilitar la inclusión de los principiantes en las tareas científicas del grupo.

Con respecto a los recursos materiales requeridos para algunas actividades, se han preparado documentos extra a modo de ayudas didácticas con el objetivo de facilitar el trabajo autónomo del alumnado, promover la reflexión y familiarizarles con textos científicos. Asimismo, se han incluido también las soluciones de las actividades y unas orientaciones didácticas que sirvan de apoyo para el profesor, donde se detallan los contenidos que se tratarán en las actividades propuestas y los comentarios o sugerencias necesarias para su realización.

3.2 DISEÑO Y SECUENCIA DE ACTIVIDADES

En esta Secuencia Didáctica se describen 10 actividades que se pueden organizar según el proceso de cambio conceptual en los siguientes bloques mostrados en la Tabla 4:

Tabla 4: Secuencia de actividades

Actividades de iniciación	Actividades de reestructuración de las ideas	Actividades de aplicación de las nuevas ideas
1		
2		
	3	
	4	
		5
	6	
	7	
		8
		9
	10	

En las siguientes páginas se detallan las actividades propuestas y los materiales específicos para llevarlas a cabo.

ACTIVIDAD 1: Cuestionario Inicial (ideas previas)

1. ¿Qué ocurre cuando se quema una vela? (Driver, 1986)
 - a) Un cambio físico
 - b) Un cambio químico
 - c) La vela desaparece
 - d) La vela se derrite
2. ¿Qué se necesita para que se dé una combustión? (Méndez Coca, 2013)
 - a) Dióxido de carbono
 - b) Papel
 - c) Oxígeno
 - d) Fuego
3. Si una vela encendida se tapa con un vaso se terminará apagando, ¿a qué se debe esto? (Rodríguez Hernández, 2019)
 - a) Se apaga al entrar en contacto con el viento
 - b) Se apaga por la falta del aire dentro del vaso
 - c) Se apaga porque el fuego no tiene fuerza suficiente
 - d) Se apaga porque se consume todo el oxígeno
4. ¿Qué sucede al encender un mechero de gas? (Kid, 2004)
 - a) El gas que contiene el mechero se destruye
 - b) El gas se convierte en calor
 - c) Se produce una reacción química con el oxígeno del aire
 - d) El oxígeno del aire se quema
5. Si un coche con 50kg de gasolina se conduce hasta consumirse toda. La masa del gas que se escapa durante todo el trayecto: (Andersson, 1984)
 - a) Aumenta
 - b) Constante
 - c) Disminuye
6. Escribe cinco palabras que relacionas con combustión (Matute y colaboradores, 2013).
7.
 - a) Ilustra la combustión de un papel (Matute y colaboradores, 2013)
 - b) ¿Qué elementos están implicados en este proceso?
 - c) Nombra otros tres ejemplos diferentes en los que se produzca combustión

Orientación Didáctica: En relación con las teorías constructivistas, se ha planteado como primera actividad este cuestionario que recoge las ideas previas de los alumnos relacionadas con la combustión. Utilizando las mismas como punto de partida del conocimiento, se pretende que los alumnos sean capaces de relacionar estas ideas con el conocimiento científico escolar.

ACTIVIDAD 1: Cuestionario Inicial (ideas previas)

Soluciones:

1. ¿Qué ocurre cuando se quema una vela?
b) Un cambio químico
2. ¿Qué se necesita para que se dé una combustión?
c) Oxígeno
3. Si una vela encendida se tapa con un vaso se terminará apagando, ¿a qué se debe esto?
d) Se apaga porque se consume todo el oxígeno
4. ¿Qué sucede al encender un mechero de gas?
c) Se produce una reacción química con el oxígeno del aire
5. Si un coche con 50kg de gasolina se conduce hasta consumirse toda. La masa del gas que se escapa durante todo el trayecto:
b) Constante
6. Escribe cinco palabras que relacionas con combustión
Oxígeno, dióxido de carbono, fuego, cenizas, hidrocarburo, energía, calor, incendio, reacción química.
7. a) Ilustra la combustión de un papel (figura 2)

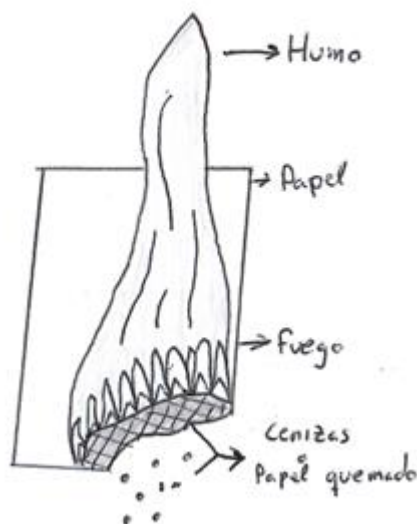


Figura 2: Ilustración de la combustión de un papel

- b) ¿Qué elementos están implicados en este proceso?

El papel actúa como combustible, el oxígeno es el comburente y se necesita una fuente de energía externa como un mechero, una cerilla o luz solar.

- d) Nombra otros tres ejemplos diferentes en los que se produzca combustión.
Al encender el motor de combustión de un coche, encender un cigarro, un incendio.

ACTIVIDAD 2: Ordenando nuestras ideas

Crea un mapa conceptual sobre la combustión con los siguientes términos (adaptada de Matute y colaboradores, 2013):

- Hidrocarburo
- Calor
- Energía
- Dióxido de carbono
- Reacción química
- Oxígeno
- Combustión
- Agua
- Incendio
- Cualquier término que se te ocurra

Orientaciones Didácticas: El objetivo de esta actividad es que relacionen los conceptos que conocen sobre combustión de manera esquemática, poniendo de manifiesto sus concepciones alternativas. Esta actividad se retomará al final de la secuencia de actividades para que el alumno repita el mapa conceptual añadiendo elementos nuevos que se han trabajado en la Secuencia Didáctica y establezca nuevas relaciones, puesto que algunas, como la de la descomposición del hidrocarburo en agua y dióxido de carbono puede que no se realice de forma inicial.

ACTIVIDAD 2: Ordenando nuestras ideas

La solución propuesta se muestra en la figura 3:

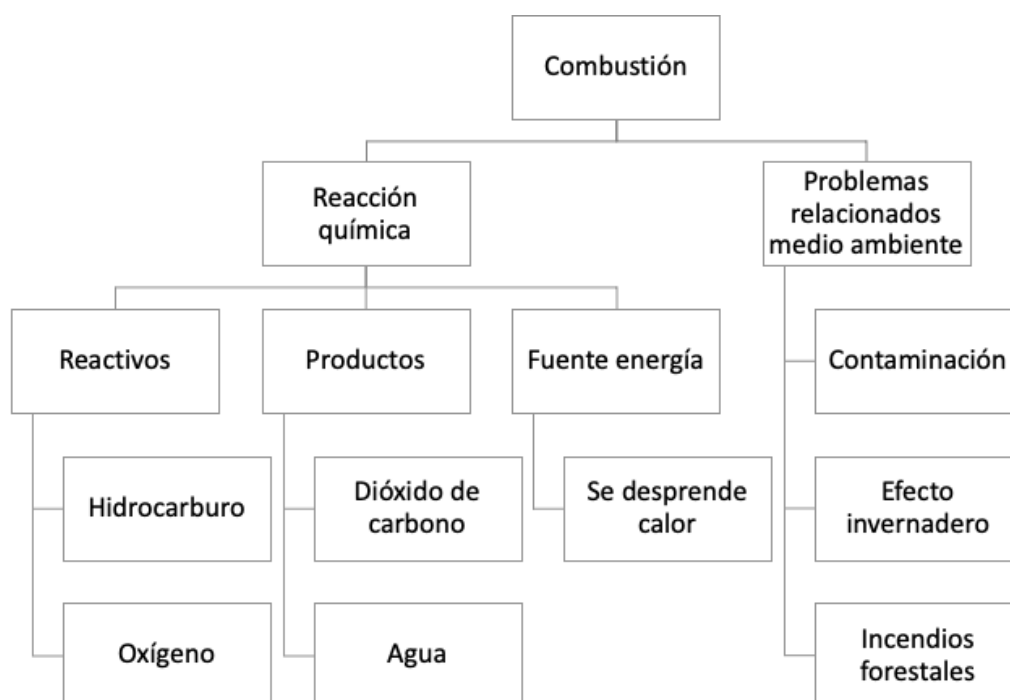


Figura 3: diagrama de la solución de la actividad 2

ACTIVIDAD 3: ¿Qué factores intervienen en la combustión de una vela?

Orientaciones Didácticas: Esta actividad MRPI está propuesta para que se realice en el laboratorio del centro. Con esta actividad se pretende que los alumnos indaguen previamente y apliquen la metodología científica para descubrir los componentes que se necesitan en una reacción de combustión para que detecten la presencia de un combustible (parafina), un comburente (oxígeno) y una fuente de energía (el mechero o cerilla). Además, los alumnos se darán cuenta de la importancia del oxígeno para que se mantenga la combustión, algo que no valoraban en sus ideas previas. Con respecto a la energía de la reacción, observarán que es necesaria una fuente de energía para que comience la combustión y que esta desprende energía en forma de calor, como se ve por la presencia de la llama. Además, también se puede trabajar la Ley de conservación de la masa. En el aula se les proporcionará los siguientes materiales: plato metálico, vela de té, mechero o cerillas, vaso para tapar la vela, balanza.

DOCUMENTO PARA LA ACTIVIDAD 3: Modelo Investigativo para la resolución de situaciones problemáticas (MRPI) (Martínez Aznar y Bárcena Martín, 2013)

Representación de la situación problemática

1. Análisis cualitativo de la situación problemática

Marco teórico del problema

Reformulación del problema

Restricción de condiciones

2. Emisión de hipótesis

Emisión de hipótesis relacionada con los factores que puedan determinar la situación problemática

Resolución del problema

3. Diseño de la experimentación y/o estrategia de resolución

Identificación y control de variables

Determinar las magnitudes a medir, datos y material necesario para abarcar la situación problemática

Representación gráfica del diseño

Toma de decisiones para resolver el problema

4. Desarrollo de la experimentación y/o resolución del problema

Descripción del proceso y desarrollo del diseño

Análisis del problema

5. Análisis de resultados

Interpretación de los resultados valorando las hipótesis planteadas y el marco teórico utilizado

DOCUMENTO PARA LA ACTIVIDAD 3: NORMAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO PARA TRABAJAR LA COMBUSTIÓN

1. Está prohibido comer y beber en el laboratorio.
 2. No puedes trabajar en un laboratorio sin la presencia de un profesor.
 3. Es obligatorio el uso de bata abrochada correctamente y de gafas de seguridad.
 4. No se pueden llevar bufandas, abrigos largos o objetos que dificulten la movilidad.
 5. Si tienes el pelo largo, recógelo.
 6. Está prohibido probar o ingerir los productos.
 7. Mantén el área de trabajo limpia y ordenada, ten sobre la mesa solo lo indispensable.
 8. En caso de accidente, avisar inmediatamente al profesor.
 9. Los anillos, pulseras, etc. pueden estropearse si les cae algún producto.
 10. Mantén tus manos limpias durante el laboratorio y lávalas siempre antes de abandonarlo.
 11. Limpia todo el material después de usarlo.
 12. Recuerda dónde está situado el botiquín y la salida de emergencia.
 13. No tires los productos por la pila, utiliza los recipientes adecuados para el desecho de los productos químicos.
 14. Recuerda que solo se pueden calentar los recipientes de material específico (vidrio Pyrex) y nunca directamente sobre la llama.
 15. Nunca mires de cerca ni por arriba un recipiente que se esté calentando.
 16. No acerques productos inflamables a las fuentes de calefacción.
 17. Los mecheros no pueden tener una llama amarilla, esto indica que se está produciendo CO₂ altamente tóxico, la llama debe tener una parte superior casi incolora y una inferior de color azul.
 18. Vigila continuamente los mecheros que están encendidos.
 19. En caso de fuego, utilice la ducha de seguridad.
 20. Nunca utilice el extintor sobre una persona, puede provocar asfixia.
- No utilice agua para apagar un fuego, puede avivar la llama.

ACTIVIDAD 3: ¿Qué factores intervienen en la combustión de una vela?

Soluciones:

Representación de la situación problemática

1. Análisis cualitativo de la situación problemática

1.1. Marco teórico del problema

Una reacción química es un proceso en el que dos o más sustancias llamadas reactivos rompen sus enlaces transformándose en otras sustancias nuevas denominadas productos.

Existen diferentes tipos de reacciones y una de ellas es la reacción de combustión.

Una reacción de combustión se caracteriza por tener unos reactivos determinados y generarse siempre los mismos productos. Estos reactivos que se requieren se denominan combustibles y comburente.

Un combustible es cualquier sustancia orgánica que puede reaccionar con el oxígeno de forma exotérmica, produciendo calor, a veces de forma violenta. Los combustibles se pueden diferenciar en sólidos (madera, carbón, parafina), líquidos (gasolina) o gaseosos (gas natural). También se pueden clasificar atendiendo a su origen en combustibles fósiles (vienen del petróleo o el gas natural) o biocombustibles (Ondarse, 2021).

El segundo reactivo que necesitamos para que se de una combustión recibe el nombre de comburente y es muy importante ya que sin la presencia de este no se produce la reacción. El papel del comburente es hacer que el combustible se oxide y libere energía química en forma de calor (Ondarse, 2021). A veces la reacción entre ambos se manifiesta a través de llamas. El comburente más habitual en las reacciones comunes de combustión es el oxígeno y siempre es necesaria una pequeña cantidad de este para que se produzca la reacción. Del mismo modo si se consume todo el comburente o todo el combustible la reacción no puede continuar.

Además de los reactivos que hemos comentado, para que comience una reacción de combustión es necesario un aporte de energía que puede provenir de una cerilla, un mechero o la luz solar. Las reacciones químicas están relacionadas con la energía, de forma que es necesario superar una energía para que comience una reacción, a esta energía se le denomina energía de activación. En este caso, la reacción de combustión se caracteriza por ser una reacción exotérmica, es decir, se desprende energía en forma de calor (Franco, 2013).

La reacción de combustión va a generar una serie de productos que son: agua, dióxido de carbono y energía en forma de calor. Estos productos se desprenden en estado gaseoso y pueden ser perjudiciales para el medio ambiente viéndose

con los incendios, el efecto invernadero, la contaminación de los combustibles fósiles.

Cuando se tratan los factores que intervienen en la combustión de una vela hay que tener en cuenta la composición de la misma. La vela está formada por parafina. La parafina es un hidrocarburo que puede encontrarse en estado sólido y líquido y puede actuar como combustible. Para que se inicie la combustión de la misma es necesario encender la vela con ayuda de una fuente de energía y con el oxígeno del aire se mantendrá la combustión. La llama asociada nos informa que se está liberando una energía en forma de luz y calor por lo que diremos que la reacción de combustión es exotérmica.

1.2. Reformulación del problema

Identificar los elementos que intervienen en la reacción de combustión de una vela.

1.3. Restricción de condiciones

- No se tendrá en cuenta la masa de las sustancias gaseosas.

2. Emisión de hipótesis

Hipótesis: en la combustión de una vela intervienen tres elementos, un combustible, un comburente y un aporte de energía.

3. Diseño de la experimentación y/o estrategia de resolución

3.1. Identificación y control de variables

Variable dependiente: Masa final de combustible, cambios que sufre el combustible, tiempo que tarda en consumirse la vela, volumen de oxígeno desprendido, temperatura en las proximidades de la llama.

Variable independiente: Masa inicial de combustible.

Variables de control: Presión atmosférica.

3.2. Determinar las magnitudes a medir, datos y material necesario para abarcar la situación problemática

Los alumnos dispondrán del siguiente material:

- Vela
- Mechero o cerillas
- Vaso de precipitados
- Plato para soportar la vela
- Balanza

3.3. Representación gráfica del diseño (figura 4)



Figura 4: montaje experimental de la actividad 3.

3.4. Toma de decisiones para resolver el problema

- a) En primer lugar se colocará la vela en un plato.
- b) Con ayuda de un mechero se encenderá la mecha de la vela.
- c) Observaremos los cambios que se producen (llama, desprendimiento de calor, vapores, olor).
- d) Taparemos la vela con un vaso y la dejaremos un tiempo hasta observar algún cambio.
- e) Si la vela se ha apagado podemos volver a encenderla.
- f) Observaremos los cambios que se producen a medida que la combustión avanza
- g) Mantendremos la reacción y observaremos que pasa cuando la vela se ha consumido por completo.
- h) Analizaremos los factores que intervienen en la combustión y los productos que se han generado

4. Desarrollo de la experimentación y/o resolución del problema

Para desarrollar la situación problemática abierta los alumnos seguirán los pasos de la toma de decisiones observando como para que se inicie la combustión de la vela es necesario un aporte de energía por medio de una cerilla o mechero.

A continuación, observarán que se ha generado una llama y que la temperatura ha aumentado alrededor de esta por lo que se está desprendiendo energía en forma de calor.

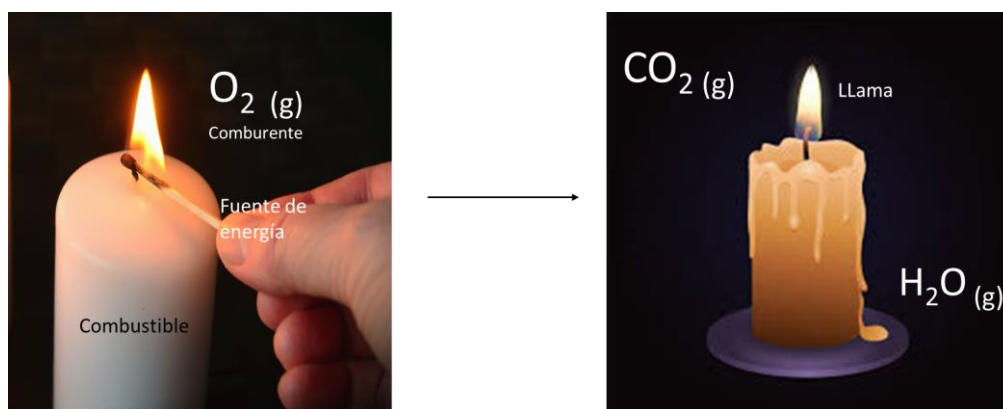
Por otro lado podrán comprobar cómo la combustión avanza y la vela se va consumiendo, al no aparecer visualmente ninguna sustancia nueva pueden pensar que los productos de la combustión son gases. Asimismo, al tapar el combustible (vela) con un vaso tendrán como resultado que la reacción se acabe. Esto pone de manifiesto la presencia de otro elemento en la combustión como es el papel del comburente, en este caso oxígeno.

Por otro lado, volverán a encender la vela y esperaran hasta que se consuma por completo, en ese momento la reacción terminaría pero en este caso porque no queda más combustible por reaccionar.

5. Análisis de resultados

Podrán analizar los resultados de forma que sean capaces de diferenciar los elementos que intervienen en la combustión de una vela y los clasifiquen en combustible, comburente, productos y hablen sobre el papel de la energía.

Según los resultados que obtengan deberán identificar estos elementos y comprender el papel de cada uno de ellos en la reacción de combustión teniendo en cuenta que todos son necesarios para que ocurra la reacción y para que se mantenga.



ACTIVIDAD 4. Estamos que lo quemamos

Observa los diferentes productos que vamos a utilizar y rellena la siguiente tabla:

Combustible	m (g) antes de quemarlos	m (g) después de quemarlos	Cambios observados
Madera			
Hojas secas			
Papel			
Tierra			

Ahora, con ayuda de una cerilla como fuente de energía, vamos a quemar los combustibles y responderemos a las siguientes preguntas:

- ¿Qué ha ocurrido con la masa, ha aumentado, ha disminuido o se ha mantenido constante? ¿A qué se debe este cambio?
- ¿Cuándo ha terminado la combustión?
- ¿Dónde solemos encontrar los combustibles con los que hemos trabajado? ¿Se te ocurre algún problema medioambiental relacionado con la combustión de estos productos?

Ahora vamos a trabajar en un sistema cerrado, para ello colocaremos uno de los combustibles en un Erlenmeyer y lo taparemos con un globo deshinchado como se muestra en el dibujo. Con un mechero calentaremos el sistema hasta que se produzca la combustión (figura 5).



Figura 5: montaje experimental de la actividad 4.

Una vez finalizada la reacción pesaremos las cenizas obtenidas y el globo ya hinchado.

a) Rellena la tabla anterior con los datos obtenidos

Combustible	m (g) antes de quemarlos	m (g) antes de quemarlos	Cambios observados
Madera			

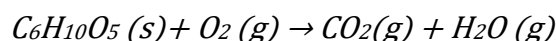
b) ¿Qué ha ocurrido ahora con la masa?

Orientaciones Didácticas: En la actividad anterior se ha adelantado la Ley de conservación de la masa. Por lo tanto, con esta práctica de laboratorio, los alumnos observarán cómo en el caso de los combustibles utilizados se produce una disminución de la masa ya que se genera CO_2 y H_2O como productos de la combustión. Sin embargo, cuando realicen la combustión en un sistema cerrado observarán cómo el globo se infla a medida que se produce la reacción. Por lo tanto, la masa que “desaparece” en realidad son los gases que se generan en la combustión. Con esta actividad también se puede introducir el concepto de reacción exotérmica debido a que es posible ver como las reacciones liberan energía en forma de calor. Asimismo, los combustibles elegidos les acercarán al problema que genera la combustión en los bosques. Esta actividad ha sido adaptada de: <http://fresno.pntic.mec.es/~fgutie6/eso3/PDF/4-CambiosQuimicosReducido.pdf>

ACTIVIDAD 5: ¡Reacciona! ¿y qué más?

Como hemos comprobado anteriormente, las reacciones de combustión se caracterizan por ser exotérmicas. Estas reacciones ocurren cuando un comburente reacciona con un combustible liberando energía en forma de luz y calor. Los enlaces que se rompen en los reactivos consumen energía mientras que los que se forman en los productos liberan energía.

La madera es un material formado principalmente por celulosa y lignina. El primero de ellos, constituye más del 60 % de la madera y su reacción de combustión es la siguiente:



- Dibuja la reacción de combustión a nivel atómico-molecular y ajústala.
- Si se han quemado 8 kg de celulosa, ¿cuántos gramos de dióxido de carbono se habrán emitido a la atmósfera?
- Representa gráficamente qué ocurre con la energía de la reacción en el proceso.

Orientaciones didácticas: Esta actividad se plantea para que los alumnos apliquen de forma práctica los conceptos de Ley de Conservación de la Masa teniendo en cuenta conceptos trabajados en secuencias didácticas previas referidos a la Teoría Atómico-Molecular, en concreto al Modelo Atómico de Dalton y al ajuste de reacciones y cálculos estequiométricos.

Soluciones:

- a) C: ● H: ○ O: ●

La reacción sin ajustar sería la siguiente y los reactivos se muestran en la figura 6:

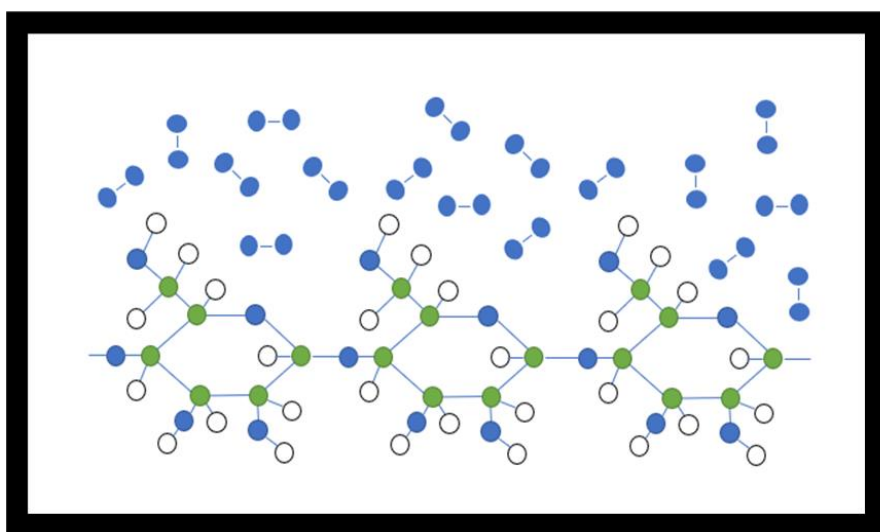
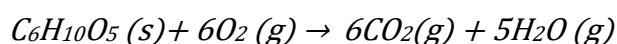


Figura 6: Reactivos de la combustión de la celulosa, actividad 5.

En la parte de los reactivos se han dibujado 3 moléculas de $C_6H_{10}O_5$ y 17 de O_2 habiendo 18 átomos de carbono, 30 de hidrógeno y 49 de oxígeno. En la figura 7 se muestran los productos de reacción:

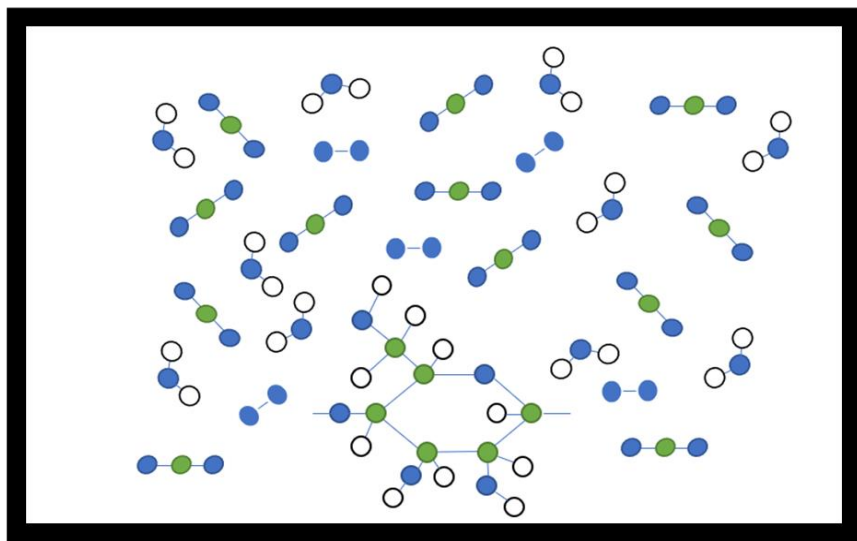
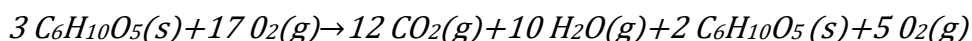


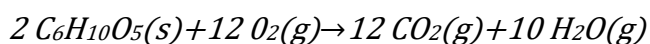
Figura 7: Productos de la combustión de la celulosa, actividad 5.

En la parte de los productos hay 12 moléculas de CO_2 , 10 de H_2O , 1 de $C_6H_{10}O_5$ y 5 de O_2 por lo tanto hay 18 átomos de carbono, 30 de hidrógeno y 49 de oxígeno.

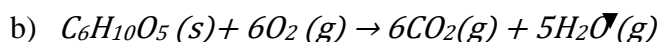
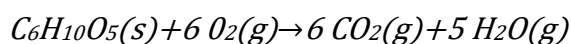
Para ajustar la reacción se ha de apuntar las moléculas que hay en el apartado de reactivos y en el de productos, se restan las moléculas que hay en los productos que también aparecen en los reactivos, por último, se simplifica la reacción.



Como han sobrado cinco moléculas de oxígeno y una de celulosa, se restan cinco de oxígeno a los reactivos y una de celulosa, ya que estas moléculas no han reaccionado y no se deben tener en cuenta en la reacción química:



Como todos los coeficientes estequiométricos de la reacción son divisibles entre dos, simplificamos todos los coeficientes estequiométricos y la reacción quedaría de la siguiente manera:



$$Mm (C_6H_{10}O_5) = 162 \text{ g/mol}$$

$$Mm (CO_2) = 44 \text{ g/mol}$$

$$8000 \text{ g Celulosa} \frac{1 \text{ mol Celulosa}}{162 \text{ g Celulosa}} \frac{6 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol Celulosa}} \frac{44 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} =$$

$$= 13037 \text{ g} = 13 \text{ kg}$$

c) La diferencia de energía entre los reactivos y los productos es la energía en forma de calor que se desprende en la combustión de la celulosa como se muestra en la figura 8.

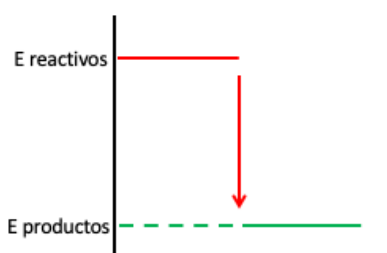


Figura 8: Evolución de la energía contenida en las moléculas frente al tiempo de reacción.

ACTIVIDAD 6: No pasa nada, hasta que pasa

En el siguiente vídeo vamos a conocer uno de los problemas medioambientales que genera la combustión:

[INFOMA20. Vídeo de BomberosCM para concienciar sobre la prevención de incendios forestales.](#)

Ahora, responde brevemente a las siguientes preguntas:

- a) Identifica los elementos que intervienen en los incendios forestales (combustible, comburente, fuente de energía).
- b) Pon algunos ejemplos de causas que provoquen incendios forestales
- c) ¿Qué otros problemas asocias a la combustión?

Orientaciones Didácticas: Con el visionado del vídeo anterior se pretende que los alumnos comprendan algunos de los riesgos y consecuencias asociados a la combustión. Poniendo en práctica la información obtenida a partir del vídeo y relacionando los conceptos con los trabajados anteriormente, los alumnos identificarán los elementos que intervienen en los incendios y los relacionarán con las posibles causas.

ACTIVIDAD 7: El Triángulo del Fuego

El triángulo del fuego representa los elementos necesarios para que se produzca la combustión. Es necesario que se encuentren presentes los tres lados del triángulo para que un combustible comience a arder. Por este motivo el triángulo es de gran utilidad para explicar cómo podemos extinguir un fuego eliminando uno de los lados del triángulo.



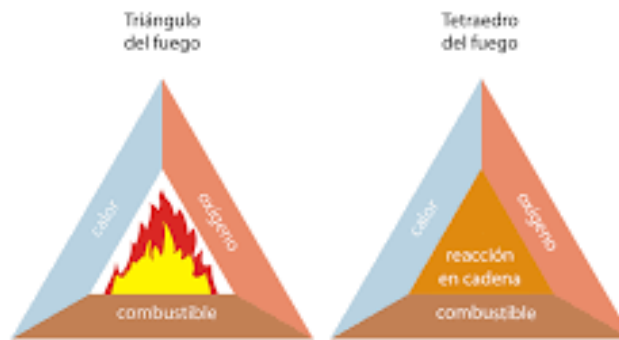
Como podemos ver en la fotografía los lados que componen el triángulo del fuego son:

- El combustible: se trata del elemento principal de la combustión, puede encontrarse en estado sólido, líquido o gaseoso.
- El comburente: el comburente principal en la mayoría de los casos es el oxígeno.
- La energía de activación: es la energía necesaria para iniciar la combustión, puede ser una chispa, una fuente de calor, una corriente eléctrica, etc.

Si eliminamos de la combustión cualquiera de los lados del triángulo el fuego se apagará.

El triángulo del fuego nos indica qué elementos son necesarios para que se inicie la reacción de combustión. Actualmente se ha descubierto que para que se mantenga la combustión es necesario un cuarto elemento, la reacción en cadena.

Al incluir la reacción en cadena en el esquema del triángulo del fuego obtenemos el tetraedro del fuego.



El principio básico del tetraedro del fuego es el mismo que el del triángulo del fuego, todos los lados del tetraedro son necesarios para que la combustión se mantenga ya que si eliminamos cualquiera de los lados el fuego se apaga.

La reacción en cadena de la combustión desprende calor que es transmitido al combustible realimentando y continuando la combustión.

Preguntas:

- 1) ¿Cómo se produce un fuego?
- 2) ¿Qué factores son necesarios para que se produzca un fuego?
- 3) ¿Cómo se puede frenar un incendio?
- 4) ¿Cuáles serían los elementos que participarían en un incendio forestal?
- 5) ¿Qué tiene que darse para que una combustión se mantenga?

Orientaciones Didácticas: Con esta actividad se pretende que los alumnos reflexionen sobre el fenómeno de combustión siendo capaces de reconocer los elementos necesarios para que se de esta reacción y la relación de estos factores con el desarrollo de un incendio. El texto aportado se puede encontrar en la página web: <http://www.aelaf.es/el-triangulo-del-fuego/>

ACTIVIDAD 8: Cuidemos nuestros bosques

Utiliza este dibujo para explicar cómo se generan y se propagan los incendios que empiezan en los bosques y llegan a núcleos de población. Para ello utiliza los conceptos de combustión, reacción exotérmica, el triángulo y el tetraedro del fuego. Luego, enumera los riesgos que pueden ocasionar y crea un plan de prevención frente a los mismos.



Orientaciones Didácticas: Una vez realizada la actividad anterior, los alumnos conocen los factores por los que se produce un incendio. Con esta actividad, se pretende que sean capaces de identificar posibles riesgos, soluciones o formas de frenar los incendios que se producen en los bosques y que llegan a afectar a núcleos de población.

ACTIVIDAD 9: Registrando los incendios activos

Vamos a hacer un análisis sobre los incendios que se encuentran activos en este momento. Para ello utilizaremos dos apps disponibles para Android e IOS y para ordenadores.

- a) La aplicación AFIS muestra en tiempo real todos los incendios que se están produciendo en el mundo. Funciona gracias a la actualización de un satélite que detecta los incendios en cualquier parte del mundo. De esta forma se actualiza constantemente y podemos tener un control sobre los incendios que están ocurriendo en este momento. Fuente: <https://www.afis.co.za>
- b) Una vez hayamos observado que incendios hay activos en el mundo, vamos a utilizar la app Wildfire Analyst Pocket Edition para predecir la propagación y el comportamiento de estos incendios según diferentes factores como el tiempo atmosférico, la temperatura, el viento, etc. Fuente: <https://pocket.wildfireanalyst.com>

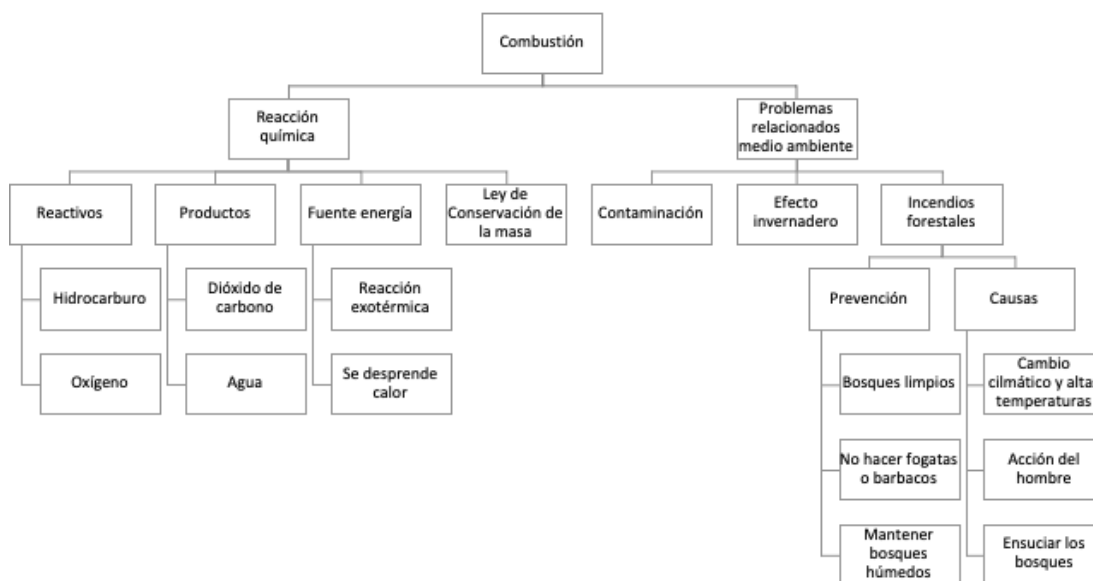
Orientaciones Didácticas: Esta actividad está propuesta para que los alumnos utilicen herramientas TIC con respecto a la prevención y control de los incendios. Para llevar a cabo esta actividad dividiremos la clase en grupos de 4-5 personas y utilizaremos un ordenador o tablet por grupo. Si no dispusiéramos de dicho material, trabajaríamos en conjunto proyectando los resultados de ambas aplicaciones en el proyector de clase. Les dejaremos un tiempo para que puedan buscar información en ambas apps y saquen sus conclusiones. Al final de la sesión, cada grupo presentará a la clase el trabajo que han realizado.

ACTIVIDAD 10: ¿Cómo han evolucionado nuestras ideas?

Recupera el mapa conceptual que hiciste en la actividad 2. ¿Cómo podrías mejorarlo después de lo que has aprendido?

Orientaciones Didácticas: Esta actividad está diseñada como cierre de la secuencia de actividades. Con este ejercicio se pretende que el alumno reestructure sus ideas iniciales sobre la combustión y aplique los nuevos conocimientos que ha adquirido mediante la secuencia de actividades planteada. Además de ser una herramienta útil en el aprendizaje, ya que sirve al alumno como resumen del tema y para aclarar ideas, es una herramienta de investigación didáctica, ya que el profesor puede comprobar si la secuencia de actividades se ha trabajado convenientemente o queda algún concepto que no ha sido asimilados por los alumnos como cabría esperar. Un ejemplo podría ser el que se muestra a continuación.

Soluciones:



4. EVALUACIÓN

Durante esta Secuencia Didáctica se realizará una evaluación continua con todas las actividades propuestas. Además, como suplemento, aquí se proponen una serie de actividades de evaluación.

4.1 CRITERIOS Y ESTÁNDARES

La evaluación será principalmente formativa, donde no solo se evaluará el nivel de adquisición de conocimientos del alumno, sino también su desarrollo intelectual. Para tener en cuenta esto último, se valorarán factores como el trabajo personal del estudiante, la capacidad de resolver problemas nuevos, la iniciativa, la capacidad de búsqueda de información por distintos medios, el planteamiento de soluciones, la resolución de problemas, la capacidad para entender y aplicar el método científico, la creatividad, el lenguaje científico a la hora de presentar los resultados, etc. Además, se tendrán en cuenta todos los datos relativos al proceso de enseñanza-aprendizaje del alumno y no sólo su resultado en las pruebas.

Dentro de dicho proceso, se podrá observar en la tabla 5, la relación directa entre el uso de las actividades anteriormente descritas para la evaluación de distintas competencias clave y sus descriptores así como, la relación directa entre los criterios de evaluación de las actividades de evaluación que se tratan a continuación y sus correspondientes descriptores evaluados, su relación con las actividades y los saberes.

Tabla 5: Relación entre las actividades descritas y los saberes, descriptores y competencias específicas.

FÍSICA Y QUÍMICA DE 4º ESO- VINCULACIÓN CON CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y SABERES BÁSICOS											
DESCRIPTORES DE C.CLAVE	CCL1	CCL3	STEM1	STEM2	STEM4	STEM5	CD1	CD3	CPSAA2	CPSAA6	CCEC4
SABERES/CRITERIOS DE EVALUACIÓN	1.1 / 1.3	2.3	2.2 / 2.3	1.1 / 1.3 / 6.2	1.1 / 1.3 / 3.2	6.2	2.3	3.2	3.2	1.3 / 6.2	3.2
A. Las destrezas científicas básicas.					A3					A3	
- Diseño del trabajo experimental y emprendimiento de proyectos de investigación: estrategias en la resolución de problemas mediante el uso de la experimentación y el tratamiento del error mediante					A3					A3	
- La investigación científica.					A3					A3	
- Empleo de diversos entornos y recursos de aprendizaje científico, como el laboratorio o los entornos virtuales, utilizando de forma correcta los materiales, sustancias y herramientas tecnológicas	A7	A4			A4	A4, A8 y A9		A9	A8 y A9	A4	A8 y A9
- Proyecto de investigación sencillo.	A7	A4			A4	A4, A8 y A9		A9	A8 y A9	A4	A8 y A9
- Aplicación responsable de las normas de seguridad en el laboratorio.		A4			A3 y A4	A4				A3 y A4	
- Uso del lenguaje científico: manejo adecuado de distintos sistemas de unidades y sus símbolos. Utilización de herramientas matemáticas adecuadas en diferentes escenarios científicos y de	A7	A4 y A6		A6	A3 y A4	A4, A8 y A9	A6	A9	A8 y A9	A3 y A4	A8 y A9
- Las magnitudes.		A4 y A6		A6	A3 y A4	A4	A6			A3 y A4	
- Expresión de resultados de forma rigurosa en diferentes formatos.	A7	A4			A4	A4, A8 y A9		A9	A8 y A9	A4	A8 y A9
- Estrategias de interpretación y producción de información científica en diferentes formatos y a partir de diferentes medios: desarrollo del criterio propio basado en lo que el pensamiento científico	A7	A6		A6		A8 y A9	A6	A9	A8 y A9		A8 y A9
- Utilización de herramientas tecnológicas en el entorno científico.	A7					A8 y A9		A9	A8 y A9		A8 y A9
B. La materia.	A5	A4	A5		A4	A4				A4	
- Modelos atómicos: desarrollo histórico de los principales modelos atómicos clásicos y cuánticos y descripción de las partículas subatómicas, estableciendo su relación con los avances de la	A5	A4	A5		A4	A4				A4	
- Las partículas elementales.	A5	A4	A5		A4	A4				A4	
- Introducción a la nomenclatura de los compuestos orgánicos: denominación de compuestos orgánicos monofuncionales a partir de las normas de la IUPAC como base para entender la gran variedad de	A5	A4	A5		A3 y A4	A4				A3 y A4	
C. B. cambio.	A5	A6	A5	A6			A6				
- Ecuaciones químicas: ajuste de reacciones químicas y realización de predicciones cualitativas y cuantitativas basadas en la estequiometría, relacionándolas con procesos físicoquímicos de la	A5		A5								
- Ajuste de ecuaciones químicas.	A5		A5								
- Cálculos estequiométricos. Rendimiento de una reacción.	A5		A5								
- Reacciones químicas de especial interés.		A6		A6			A6				
- Descripción cualitativa de reacciones químicas de interés: reacciones de combustión, neutralización y procesos electroquímicos sencillos, valorando las implicaciones que tienen en la tecnología. la	A7	A4 y A6		A6	A4	A4, A8 y A9	A6	A9	A8 y A9	A4	A8 y A9
- Tipos de reacciones químicas.	A7					A8 y A9		A9	A8 y A9		A8 y A9
- Factores que influyen en la velocidad de las reacciones químicas: comprensión de cómo ocurre la reordenación de los átomos aplicando modelos como la teoría de colisiones y realización de		A6		A6			A6				
- Introducción a la energía en las reacciones químicas.		A4 y A6		A6	A4	A4	A6			A4	
E. La energía.	A7	A4 y A6	A5	A6	A4	A4, A8 y A9	A6	A9	A8 y A9	A4	A8 y A9
- Transferencias de energía: el trabajo y el calor como formas de transferencia de energía entre sistemas relacionados con las fuerzas o la diferencia de temperatura.	A7	A4 y A6	A5	A6	A4	A4, A8 y A9	A6	A9	A8 y A9	A4	A8 y A9
- Efecto del calor sobre los cuerpos.	A7	A6	A5	A6		A8 y A9	A6	A9	A8 y A9		A8 y A9

Para evaluar las diferentes competencias, en el siguiente apartado se presenta la tabla 6, que recoge los tres tipos de contenidos definiendo los correspondientes indicadores.

4.2 DIMENSIONES COMPETENCIALES

La prueba de evaluación estará formada por cuatro actividades relacionadas con la metodología llevada a cabo a lo largo de esta Secuencia Didáctica.

A modo de ejemplo se presentan algunas actividades de evaluación:

ACTIVIDAD 1

Responde brevemente a las siguientes preguntas:

1. En una reacción de combustión, ¿qué nombre recibe la sustancia que mantiene la combustión?
2. Refiriéndonos a términos energéticos, ¿qué caracteriza la reacción de combustión?
3. ¿Qué productos se generan en una reacción de combustión?
4. ¿Es la combustión una reacción perjudicial para el medio ambiente?

ACTIVIDAD 2

- a) Fórmula, ajusta y dibuja la reacción de combustión del octano utilizando el nivel atómico molecular.
- b) Si por cada 44 g de octano se necesitan 160 g de oxígeno y se forman 132 g de dióxido de carbono, ¿qué cantidad de vapor de agua se desprenderá? ¿Cuántos moles de oxígeno se requerirán para quemar 15 g de octano?

ACTIVIDAD 3

Formula y ajusta la reacción del hierro con oxígeno. En esta reacción se desprenden 270,37 kJ por cada mol hierro. ¿Es una reacción exotérmica o endotérmica? Dibuja esquemáticamente su gráfica de energías. ¿Se trata de una reacción de combustión? Justifica tus respuestas.

ACTIVIDAD 4

- a) Propón tres situaciones cotidianas en las que se produzcan reacciones de combustión.
- b) Enumera tres peligros que puedan relacionarse con esos ejemplos.
- c) Indica cuáles son los elementos que intervienen en ella y sus productos.
- d) ¿Cómo se puede frenar esta reacción?

Soluciones:

ACTIVIDAD 1

Responde brevemente a las siguientes preguntas:

- 1. En una reacción de combustión, ¿qué nombre recibe la sustancia que mantiene la combustión?**

Tanto el combustible como el comburente son necesarios para que se de una reacción de combustión pero si el comburente se agota la reacción terminaría.

- 2. Refiriéndonos a términos energéticos, ¿qué caracteriza la reacción de combustión?**

La reacción de combustión es exotérmica.

- 3. ¿Qué productos se generan en una reacción de combustión?**

En la reacción de combustión se produce dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O)

- 4. ¿Es la combustión una reacción perjudicial para el medio ambiente?**

La reacción de combustión es esencial en el día a día pero lo perjudicial de esta reacción reside en lo rápido que se puede propagar si no se toman precauciones y la destrucción de bosques o casas como consecuencia. Por otro lado, el CO_2 al ser un gas de efecto invernadero también es perjudicial para el medioambiente pero también es necesario para la fotosíntesis, por lo tanto, el problema del CO_2 en la atmósfera reside en su cantidad.

ACTIVIDAD 2

- a) **Fórmula, ajusta y dibuja la reacción de combustión del octano utilizando el nivel atómico molecular.**

Al ser una reacción de combustión el octano, que es un hidrocarburo, reacciona con oxígeno para producir dióxido de carbono y agua. en la figura 9 se muestran las moléculas de las que se parte en la reacción y en la figura 10 los productos de esta:

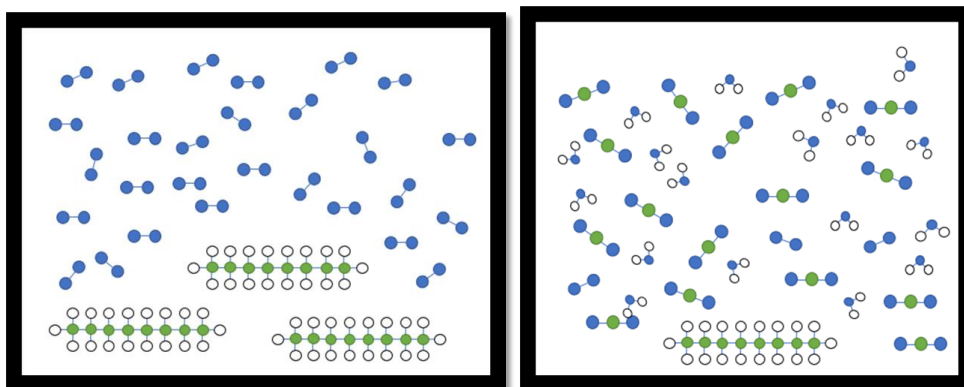
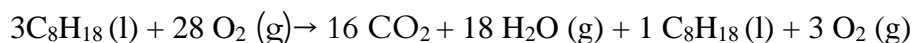


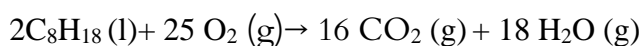
Figura 9: Reactivos de combustión

Figura 10: Productos de combustión

En los reactivos se dibujan tres moléculas de octano y 28 de oxígeno diatómico y tras reaccionar hay 16 moléculas de CO₂, 18 moléculas H₂O, 3 O₂ y un octano. A continuación, se escribe la reacción poniendo en la parte de reactivos las moléculas que aparecen en el dibujo de la parte inicial y en la parte de productos las moléculas que aparecen en el dibujo de la parte final.



Ahora se eliminan de los reactivos la misma cantidad de reactivos que aparecen en los productos ya que estas moléculas no han reaccionado.



Por último, si se puede simplificar la ecuación se debería simplificar pero como en este caso no es posible esta es la reacción final ajustada.

- b) **Si por cada 44 g de octano se necesitan 160 g de oxígeno y se forman 132 g de dióxido de carbono, ¿qué cantidad de vapor de agua se desprenderá?**

¿Cuántos moles de oxígeno se requerirán para quemar 15 g de octano?

Por la ley de la conservación de la masa, los productos tienen 204 gramos de masa y los productos deberían tener la misma masa, el problema es saber si las cantidades en moles de los reactivos es la estequiométrica o si aparece alguna sustancia que limite la reacción. Para calcular los moles de cada sustancia, se divide la masa de la sustancia entre la masa molar de esta:

$$\text{Octano: } 44 \text{ (g)} / 114 \text{ (g/mol)} = 0,4 \text{ mol C}_8\text{H}_{18}$$

$$\text{Oxígeno: } 160 \text{ (g)} / 32 \text{ (g/mol)} = 5 \text{ mol O}_2$$

$$\text{Dióxido de carbono: } 132 \text{ (g)} / 44 \text{ (g/mol)} = 3$$

la cantidad esperada de oxígeno que debe reaccionar con el octano es la siguiente:

$$(0,4 \text{ mol C}_8\text{H}_{18}) (25 \text{ mol O}_2) / (2 \text{ mol C}_8\text{H}_{18}) = 5 \text{ mol O}_2$$

Como se ha comprobado que reacciona todo, la suma de las masas de dióxido de carbono y de agua debe ser 204 gramos, por lo tanto, la masa de agua será la diferencia entre estos 204 gramos y los 136 gramos que hay de dióxido de carbono:

$$204 \text{ g} - 132 \text{ g} = 72 \text{ g de agua}$$

Para conocer los moles de oxígeno que reaccionan con 15 gramos de octano primero se ha de pasar a moles:

$$\text{Octano: } 15 \text{ (g)} / 114 \text{ (g/mol)} = 0,1 \text{ mol C}_8\text{H}_{18}$$

Ahora con la ayuda de la estequiometría de la reacción pasamos de moles de octano a moles de oxígeno:

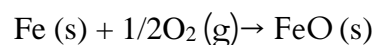
$$(0,1 \text{ mol C}_8\text{H}_{18}) (25 \text{ mol O}_2) / (2 \text{ mol C}_8\text{H}_{18}) = 1,3 \text{ mol O}_2$$

Por último se pasa de moles de oxígeno a gramos de oxígeno multiplicando los moles por la masa molar de la sustancia:

$$(1,3 \text{ mol O}_2) (32 \text{ g/mol}) = 41,6 \text{ gramos de O}_2$$

ACTIVIDAD 3

Formula y ajusta la reacción del hierro con oxígeno. En esta reacción se desprenden 270,37 kJ por cada mol hierro. ¿Es una reacción exotérmica o endotérmica? Dibuja esquemáticamente su gráfica de energías. ¿Se trata de una reacción de combustión? Justifica tus respuestas.



Como nos dice el enunciado, se libera energía, por lo que se trata de una reacción exotérmica. Representando esquemáticamente en la figura 11:

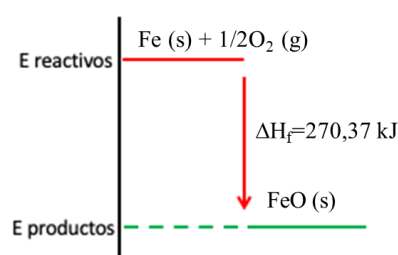


Figura 11: Energía de las sustancias frente a tiempo de reacción

En esta reacción interviene el oxígeno como reactivo, pero no se cumplen los demás requisitos, es decir, no hay materia orgánica, y por tanto no se libera CO₂ y agua, por lo que no se trata de una reacción de combustión. En concreto estamos ante una reacción de oxidación.

ACTIVIDAD 4

a) Propón tres situaciones cotidianas en las que se produzcan reacciones de combustión.

Barbacoa, mechero, cerilla, cocina de gas, motor de un coche, globo aerostático, estufa de leña, estufa de gas, chimenea...

b) Enumera tres peligros que puedan relacionarse con esos ejemplos.

La barbacoa si se hace en el campo puede producir un incendio forestal.

Las estufas, las chimeneas y las cocinas de gas pueden producir un incendio en casa.

Los mecheros y cerillas pueden producir quemaduras si no se manejan con cuidado.

Los motores de los coches producen dióxido de carbono que contamina la atmósfera.

c) Indica cuáles son los elementos que intervienen en ella y sus productos.

Combustible (madera, carbón, parafina, etc), comburente (oxígeno) y se genera dióxido de carbono y agua en estado gaseoso.

d) ¿Cómo se puede frenar esta reacción?

Quitando el oxígeno del medio de reacción (poniendo un trapo húmedo en la sartén con fuego, usar un extintor)

Consumiendo toda la materia orgánica (dejar que se acabe el gas de la cocina y del mechero o se consuma la cerilla entera)

Bajando la temperatura de la reacción (soplando la cerilla o el mechero, solo es útil si la llama es pequeña)

En la siguiente tabla se recoge una concretización de los contenidos y competencias que se van a evaluar en estas actividades:

Tabla 6: Criterios de evaluación y competencias relacionadas con las actividades de evaluación

Actividad de evaluación	Criterios de evaluación	Indicadores de evaluación		
		Conocimientos	Capacidades	Actitudes
1	1.1 Comprender y explicar con rigor los fenómenos fisicoquímicos cotidianos a partir de los principios, teorías y leyes científicas adecuadas, expresándolos de manera argumentada [...].	Sabe identificar las reacciones de combustión y conoce sus características y propiedades (exotermicidad, necesidad combustible y comburente, formación de CO ₂ y agua...). (C1)		
	1.3 Reconocer y describir situaciones problemáticas reales de índole científica y emprender iniciativas en las que la ciencia, y en particular la física y la química, pueden contribuir a su solución.	Sabe describir los fenómenos que se producen durante el transcurso las reacciones de combustión en términos de productos y energía... (C3)		
2	3.2 Utilizar adecuadamente las reglas básicas de la física y la química, incluyendo el uso correcto de varios sistemas de unidades, las herramientas matemáticas necesarias y las reglas de la nomenclatura avanzadas [...].	Es capaz solucionar problemas complejos que requieren utilizar recursos matemáticos en su resolución y establecer relaciones entre conceptos, pasos y estrategias. (R1, R3)		
		Es capaz de interpretar los datos obtenidos y realizar cálculos para obtener valores necesarios para llegar a conclusiones. (R6)		
3	2.2 Predecir, para las cuestiones planteadas, respuestas que se puedan comprobar con las herramientas y conocimientos adquiridos, tanto de forma experimental como deductiva, aplicando el razonamiento lógico-matemático en su proceso de validación.	Conoce las diferencias entre las reacciones de combustión y oxidación y sabe discernir cuando se produce una u otra. (C1, C2)		
	2.3. Aplicar las leyes y teorías científicas más importantes para validar hipótesis de manera informada y coherente con el conocimiento científico existente [...].	Sabe hacer representaciones sencillas e interpretar datos a partir de ellas (A2, A3) Es capaz de sacar conclusiones y generalizar a partir de los resultados obtenidos, aplicando diferentes teorías y leyes. (A2, A3, R7)		
4	1.3 Reconocer y describir situaciones problemáticas reales de índole científica y emprender iniciativas en las que la ciencia, y en particular la física y la química, pueden contribuir a su solución.	Es capaz de extrapolar los conocimientos adquiridos a situaciones cotidianas y sacar conclusiones a partir de ellos. (C1, A2, R5, R6 y R7)		
	6.2 Detectar las necesidades tecnológicas, ambientales, económicas y sociales más importantes que demanda la sociedad, entendiendo la capacidad de la ciencia para darles solución a través de la implicación de la ciudadanía.	Es capaz de reconocer los peligros derivados de las reacciones de combustión en situaciones cotidianas. (Ac1 y Ac2)		

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Andersson, B. (1986). [Pupils' explanations of some aspects of chemical reaction](#). *Science Education*, 70(5), 549-563.

[Asociación Española de Laboratorios de Fuego](#). Último acceso el 26 de noviembre de 2022, desde <http://www.aelaf.es/el-triangulo-del-fuego/>

Barker, V. (1999). [Students reasoning about chemical reactions: What changes occur during a context-based post-16 chemistry course?](#) *International Journal of Science Education*, 21(6), 645-665.

Boo, H. K. (1998). [Students' understandings of chemical bonds and the energetic of chemical reactions](#). *Journal. of Research in Science Teaching*, 35(5), 569-581.

[Decreto 65/2022](#) (2022) *B.O.C.M.*, 176.

Driver, R.; Oldham, V. (1986). [A constructivist approach to curriculum development in science](#). *Studies in Science Education*, 13, 105, 122.

Franco, A. (2013) Curso Interactivo de Física en Internet. Último acceso el 11 de diciembre de 2022, desde http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/_estadistica/termodinamica/termo/Termo.html

Gallastegui Otero, J. R; Lorenzo Barral, F. M. (1993). “[El café tiene cafeína y nos despierta, nos da energía](#)”: concepciones sobre la energía química, una buena razón para poner de acuerdo a los profesores de física y química y ciencias naturales”. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 20-25.

Gómez Crespo, M.A.; Pozo J.L. (1998). Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al científico. *Ediciones Morata.*, 9, 444-446.

Hesse III, J. J.; Andersson, C. W. (1992). Students' conceptions of chemical change, *Journal of Research in Science Teaching*, 29(3), 277-290.

Johnstone, A. H. (1982). Macro- and microchemistry, *School Science Review*, 64(227), 377-379.

Johnstone, A. H. (1997). [Chemistry Teaching: Science or Alchemy?](#) *Journal of Chemical Education*, 74(3), 262-268.

Kid V. (2004) Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química (pp 75-89). Editorial Santillana S.A.

Matute, S.; Iglesias, P.; Gutiérrez O.; Ccapote T.; Rojas J.; Durán R. (2013). [Representaciones mentales en el aprendizaje del concepto combustión](#), *Educere*, 17(57), 309-318.

Martínez Aznar, M. M.; Bárcena Martín, A. I. (2013). Una actividad de indagación en un aula de diversificación: «¿Es beneficioso masticar bien para realizar una buena digestión?», *Educació Química EduQ*, 14, 19-28

Martínez Aznar, M. M.; Varela Nieto, M. P. (2009). [La resolución de problemas de energía en la formación inicial de maestros](#), *Enseñanza de las Ciencias*, 27(3), 343-360.

Méndez Coca D. (2013). [¿Cómo afrontan los alumnos en secundaria las reacciones químicas?](#), *Revista Aula de Encuentro*, 15. Último acceso el 26 de noviembre de 2022, desde <https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/ADE/article/view/963>

Nusscaum, J.; Novick, S. (1982). [Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation: Toward a principled teaching strategy](#). *Instructional Science*, 11(3), 183-200

Ondarse, D. (2021). Combustión, Editorial Etecé. Último acceso el 11 de diciembre de 2022, desde <https://concepto.de/combustion/>

Posner, G.; Strike, K. A.; Hewson, P.; Gertzog, W. (1982). [Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of a conceptual change](#). *Science Education*, 6(2), 211-227.

Pozo, J. I.; Gómez, M. A.; Limón, M.; Sanz, A. (1991). [Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química](#). Madrid: CIDE/MEC, 65, 199-250.

[Real Decreto 217/2022](#) (2022) B.O.E., 76.

Rodríguez, S. M. (2019). Concepciones sobre combustión: punto de partida para un trabajo de aula de aproximación a conceptos químicos. Último acceso el 26 de noviembre de 2022, desde <http://hdl.handle.net/20.500.12209/10897>.

Science Learning Hub (2009). Science education Now. [Alternative Conceptions about fire](#): Último acceso el 24 de noviembre de 2022, desde <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/796-alternative-conceptions-about-fire>

Último acceso el 25 de noviembre de 2022, desde <http://fresno.pntic.mec.es/~fgutie6/eso3/PDF/4-CambiosQuimicosReducido.pdf>

Vosniadou, S. (1994). [Capturing and modeling the process of conceptual change](#). *Learning and Instruction*, 4(1), 45-69.

Watson, J. R.; Prieto, T.; Dillon, J. (1997). [Consistency of students' explanation about combustion](#). *Science Education*, 81(4), 425-444.