



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

UNIDAD DIDÁCTICA

LAS REACCIONES

QUÍMICAS

Alumno/a: Mateos Quesada, María Elena

Tutor/a: Prof.^a D.^a Marta Romero Ariza

Dpto: Didáctica de las Ciencias Experimentales

Junio, 2020

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA	5
2.1. Antecedentes y estado de la cuestión.....	5
2.1.1. Tecnología Química Primitiva.....	5
2.1.2. La alquimia.....	6
2.1.3. Química moderna	8
2.2. Fundamentación teórica: cambios físicos	12
2.2.1. Cambios de estado	12
2.2.2. Mezclas	12
2.2.3. Disoluciones.....	13
2.2.4. Separación de mezclas en sustancias puras.....	13
2.3. Fundamentación teórica: cambios químicos	14
2.3.1. Representación y ajuste de reacciones químicas.....	15
2.3.2. Cantidad de sustancia.....	16
2.3.3. Leyes ponderales	16
2.3.4. La teoría cinético-molecular	17
2.3.5. La teoría de colisiones	18
2.3.6. Velocidad de una reacción química.....	19
2.3.7. Calentamiento global	20
2.3.8. La problemática del agua	21
3. FUNDAMENTACIÓN DIDÁCTICA.....	22
3.1. Historia de la Ciencia	22
3.2. Ideas previas	22
3.3. Controversias socio-científicas	24
3.4. Aprendizaje por indagación.....	25
3.5. Aprendizaje basado en proyectos	26
3.6. Aprendizaje cooperativo	26
3.7. Simulaciones por ordenador	27
4. PROYECCIÓN DIDÁCTICA.....	27

4.1.	Justificación	27
4.2.	Legislación educativa de referencia	28
4.3.	Contextualización	28
4.3.1.	Contextualización del centro educativo	28
4.3.2.	Contextualización del aula.....	30
4.3.3.	Contextualización del alumnado	30
4.4.	Objetivos.....	30
4.4.1.	Objetivos generales de etapa.....	30
4.4.2.	Objetivos generales de la materia Física y Química.....	32
4.4.3.	Objetivos específicos de la unidad didáctica.....	33
4.5.	Competencias clave	34
4.6.	Los contenidos.....	37
4.6.1.	Contenidos de la unidad didáctica	37
4.7.	Metodología	37
4.8.	Temporalización y descripción de las sesiones	39
4.8.1.	Contextualización de la unidad didáctica <i>Las reacciones químicas</i>	39
4.8.2.	Descripción de las sesiones y actividades	40
4.9.	Evaluación.....	51
4.9.1.	Criterios de evaluación	51
4.9.2.	Estándares de aprendizaje	52
4.9.3.	Relación entre actividades, criterios de evaluación y competencias clave .	53
4.9.4.	Instrumentos de evaluación	54
4.10.	Elementos transversales.....	56
4.11.	Atención a la diversidad	56
4.12.	Innovación en la enseñanza de las ciencias	57
5.	CONCLUSIONES	58
6.	BIBLIOGRAFÍA	59
7.	ANEXOS	66

RESUMEN

En el presente Trabajo de Fin de Máster se desarrolla una unidad didáctica con el fin de trabajar las reacciones químicas en tercer curso de Educación Secundaria, dentro de la asignatura de Física y Química. Para ello, se describe la fundamentación epistemológica y la fundamentación didáctica en las que se basa dicha propuesta. Para la realización de la misma, se ha llevado a cabo una investigación de las ideas previas que presenta el alumnado sobre los conceptos a tratar.

La presente unidad didáctica se desarrolla mediante metodologías innovadoras que contribuyen a conseguir que el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos sea significativo. Entre las metodologías utilizadas se encuentran: la historia de la ciencia, el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje por indagación, el aprendizaje basado en proyectos, las controversias socio-científicas y las simulaciones por ordenador. Estas metodologías fomentan el interés, el pensamiento crítico y la motivación del alumnado.

PALABRAS CLAVE

Reacciones químicas, ideas previas, controversias socio-científicas, aprendizaje por indagación, historia de la ciencia, aprendizaje basado en proyectos.

ABSTRACT

In this Final Master's Thesis, a didactic unit is developed with the main goal of working on chemical reactions in the third year of Secondary Education, within the subject of Physics and Chemistry. To that end, the epistemological and didactic foundations on which this proposal is based are described. To perform this proposal, research of the previous ideas that the students have on the concepts to be treated has been carried out.

This didactic unit is developed using innovative methodologies, making a meaningful teaching-learning process. The methodologies used are: the history of science, cooperative learning, inquiry based-learning, project-based learning, socio-scientific issues and computer simulations. These methodologies foster student interest, critical thinking and motivation.

KEYWORDS

Chemical reactions, preconceptions, socio-scientific issues, inquiry based-learning, the history of science, project-based learning.

1. INTRODUCCIÓN

La presente unidad didáctica, titulada *Las reacciones químicas*, va destinada al alumnado del tercer curso de Educación Secundaria Obligatoria, en la asignatura de Física y Química. Durante el desarrollo de esta unidad didáctica, se trabajan conceptos y contenidos fundamentales sobre las reacciones químicas.

Los principales contenidos desarrollados en la presente unidad didáctica son: los cambios físicos y químicos, las reacciones químicas caracterizadas como el cambio de unas sustancias en otras, la teoría cinético-molecular y la teoría de colisiones, la ley de conservación de la masa, la velocidad de las reacciones químicas y el estudio de la química en la sociedad, en el medioambiente y en la industria.

Para lograr que el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias sea significativo, es fundamental conocer las ideas previas o alternativas que posee el alumnado, ser consciente de la existencia de estas y desarrollar los contenidos teniéndolas en cuenta.

Además, para conseguir que este proceso sea significativo, también es fundamental poner en marcha metodologías innovadoras que permitan al alumnado implicarse en el aprendizaje y adoptar una posición activa frente a este. Estas fomentan la motivación del alumnado y lo hacen partícipe en el proceso de aprendizaje. En la presente unidad didáctica se han puesto en marcha diversas metodologías como: la historia de la ciencia, el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje por indagación, el aprendizaje basado en proyectos, las controversias socio-científicas y las simulaciones por ordenador.

Los objetivos que se pretenden alcanzar con el desarrollo del presente Trabajo de Fin de Máster son:

- Elaborar una unidad didáctica innovadora y coherente con la fundamentación epistemológica desarrollada y con el currículo educativo.
- Integrar los valores en la Educación Obligatoria Secundaria a través de la especialidad de Física y Química.
- Promover la alfabetización científica del alumnado e incentivar una postura activa en ciencias.
- Concienciar al alumnado de la importancia de la Química en la sociedad, en el medioambiente y en la industria.

2. FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA

2.1. Antecedentes y estado de la cuestión

Desde la antigüedad, la humanidad se ha interesado por los cambios que se producen a su alrededor y ha intentado dar una explicación a estos. Sin embargo, las explicaciones dadas, los descubrimientos producidos y los fines con los que se han destinado, han sido diferentes a lo largo de la historia. Estas variaciones dependen del contexto social, cultural y económico en el que se han desarrollado estos sucesos.

A continuación, se hace una revisión de las principales aportaciones a lo largo de la historia de la Química (Asimov, 2003; Moreno Martínez, 2015; Mulet Hing & Hing Cortón, 2008).

2.1.1. Tecnología Química Primitiva

El ser humano ha convivido con la Química desde la antigüedad y siempre ha mostrado interés por los cambios físicos y químicos que han tenido lugar en su entorno.

El ser humano prehistórico aprendió a manejar los útiles que encontraba en su hábitat para su beneficio. En la Edad Media se fabricaban armas mediante la unión de piedras y madera, sin embargo, estas transformaciones no conllevan una modificación en la naturaleza de estos materiales, solo se modificaba su forma. No obstante, había ocasiones en las que sí se observaban cambios en la naturaleza de los mismos. Por ejemplo, si la carne que se había conseguido mediante la caza no se consumía, comenzaba a deteriorarse y el zumo de las frutas podía agriarse con el tiempo o convertirse en una bebida extrañamente estimulante.

El descubrimiento del fuego es un momento trascendental para el hombre. Este hecho es considerado como una de las tecnologías más importante de la historia. Sirvió como fuente de luz y calor, como medio de protección contra animales y como herramienta para cazar. Además, permitió cocinar alimentos y trabajar la cerámica. Con el paso del tiempo, el hombre aprendió a controlar el fuego y desarrolló nuevas tecnologías. Comenzó a obrar con los metales, hecho que da comienzo a la etapa conocida como Edad de los Metales. El hombre empezó a trabajar durante esta etapa con el cobre, plata, oro y una amalgama de cobre y zinc, el latón. Posteriormente, se descubrió el bronce, aleación del estaño y el cobre, que permitió desarrollar armas y herramientas más resistentes. Esta aleación da nombre a este período, Edad del Bronce. Más tarde, se descubrió el hierro, un metal más duro que el bronce, así como la aleación de este con carbón vegetal conocido como acero. Esta etapa recibe el nombre de Edad de Hierro.

En el Antiguo Oriente Próximo comenzaron a practicarse las primeras recetas farmacológicas. En Egipto se encuentra uno de los posibles orígenes del término

“química”, antes llamado “alquimia”. Según diversos estudios “alquimia” procede de la contracción del artículo “al” procedente del árabe con el término “khemeia”. Según una primera teoría, esta palabra proviene del egipcio y se traduce por “el arte egipcio”, debido que el nombre que daban a su país era Kham. Una segunda teoría deriva “khemeia” de la palabra griega “khumos”, que significaría “el arte de extraer jugos”

Los filósofos griegos, hacia el año 600 a.C., comenzaron a interesarse por la materia, su estructura, los elementos que la formaban y los cambios que se producían en la misma. Surgieron, entonces, las primeras teorías sobre la composición de la materia. La teoría predominante era que toda materia estaba constituida por el mismo elemento y a partir de este se formaban el resto de sustancias. Tales de Mileto (620-546 a.C.) pensaba que este elemento era el agua. Anaxímenes de Mileto (585-528 a.C.) defendía que era el aire. Heráclito de Éfeso (540-480 a.C.) pensaba que este elemento era el fuego. Empédocles de Agrigento (495-430 a.C.) reconoció estos tres elementos como elementos precursores y añadió la tierra. Aristóteles (384-322 a.C.) acogió esta última teoría.

Aristóteles consideró que toda la materia estaba formada por combinaciones de dos propiedades opuestas, frío y calor, humedad y sequedad, las cuales no podían combinarse entre sí. De esta forma, existían cuatro asociaciones diferentes y cada una originaba un elemento. Calor y sequedad creaban el fuego, calor y humedad formaban el aire; frío y sequedad la tierra y frío y humedad el agua. Además, Aristóteles incluyó un nuevo elemento, el éter. El éter era el componente de los cielos y era inmutable y eterno.

Los filósofos griegos también se interesaron por la divisibilidad de la materia. Leucipo de Mileto (s. V a.C.) defendía que si la materia se dividía en fracciones más pequeñas, al final se obtendría una partícula indivisible. Demócrito de Abdera (460-370 a.C.) denominó átomo a esta partícula indivisible y afirmó que los átomos de cada elemento tenían distinto tamaño y forma; estas diferencias otorgaban distintas propiedades a cada uno de los elementos. La corriente que defendía que la materia está formada por átomos, partículas indivisibles, se denominó Atomismo.

2.1.2. La alquimia

2.1.2.1. La alquimia greco-egipcia

En Alejandría, ciudad fundada por Alejandro Magno, confluían las culturas griegas y egipcias. La “khemeia” y la teoría griega se unieron. La “khemeia” greco-egipcia estaba cubierta de misticismo puesto que estaba relacionada con la religión, lo que generó cierta desconfianza en la población.

El primer practicante de la “khemeia” greco-egipcia fue Bolos de Mendes (s. III o II a.C.). Este trabajó en la obtención de oro, plata, piedras preciosas y púrpura.

María de Alejandría (s. I-II d.C.) trabajó en la destilación y sublimación. Desarrolló numerosos aparatos de laboratorio, entre ellos el baño María.

La decadencia del conocimiento griego, el miedo del emperador romano Diocleciano al poder que podían adquirir con la adquisición de oro y el auge del Cristianismo, hicieron dudosa la “khemeia” y esta pasó a desarrollarse de forma clandestina.

2.1.2.2. La alquimia árabe

La alquimia árabe comenzó a desarrollarse en el siglo VII. La palabra “khemeia” se convirtió en “al-kimiya”.

El primer practicante de la alquimia árabe fue Geber (721-815), el cual describió el cloruro de amonio, sintetizó carbonato de plomo, obtuvo ácido acético a partir de la destilación de vinagre y preparó ácido nítrico diluido. Estudió la transformación de los metales y creía que estos eran una mezcla de mercurio y azufre, por lo que para conseguir oro solo debía encontrar un material que permitiera la mezcla de estos dos metales en la proporción idónea. A este material se le denominó “al-iksir” en árabe y “elixir” o piedra filosofal en Europa.

Al-Razi (865-925) adoptó la teoría de Geber (721-815) de que los metales eran una mezcla entre el mercurio y el azufre y añadió la sal como tercer elemento de la materia. Describió el antimonio metálico y realizó enyesado de huesos rotos.

Ibn Sina (980-1037) fue el médico más conocido en el periodo de transición entre el Imperio Romano y la Química Moderna. Este dudó de la posibilidad de convertir los metales dominados hasta la fecha en oro.

Hoy en día hacemos uso de diversas palabras provenientes de esta época, entre las que se encuentran, alambique, alcohol, álcali, nafta y garrafa.

2.1.2.3. La alquimia europea

En Europa la palabra árabe “al-kimiya” se adoptó como “Alquimia” y las personas que la desarrollaban “alquimistas”. La alquimia europea comenzó a desarrollarse en el siglo XI.

El primer alquimista europeo importante fue Alberto Magno (1200-1280) y describió con precisión el arsénico.

Roger Bacon (1214-1292) fue defensor de la experimentación científica y se opuso a la deducción de principios generales sin un fundamento experimental.

El alquimista medieval más importante escribió bajo el seudónimo de Geber (s. XIII-XIV) y describió el ácido sulfúrico y el ácido nítrico concentrado.

2.1.2.4. El final de la alquimia

La Revolución Científica del siglo XVI llegó a la Alquimia. En este periodo cabe destacar a Agricola (1494-1555) y Paracelso (1493- 1541).

Agricola (1494-1555) estudió la mineralogía y el posible vínculo de esta con los fármacos. Publicó *De Re Metallica* en 1556 donde detalló de forma clara todo lo que se sabía de minerales y metalurgia hasta la época, describió los métodos, instrumentos y maquinaria necesaria para la extracción de minerales, así como los minerales obtenidos. Esta obra estableció la mineralogía como ciencia y es una de las obras más importantes de la época.

Paracelso (1493- 1541) se dedicó a la medicina y a la obtención de medicamentos. Afirmó que el objetivo de la alquimia era la obtención de medicamentos y la cura de enfermedades y no la transmutación de metales en oro. Aceptaba la creencia de los cuatro elementos griegos, agua, aire, tierra y fuego y el principio árabe de que la materia estaba formada por tres elementos: mercurio, azufre y sal. De esta forma, surgió una nueva corriente denominada iatroquímica. Paracelso obtuvo el metal zinc en estado puro, estudió la utilización de diferentes sales de zinc, plomo y cobre como principios activos; además, preparó fármacos a base de compuestos inorgánicos.

2.1.3. Química moderna

En el siglo XVII la alquimia entró en decadencia y se transformó en lo que hoy llamamos Química.

Francis Bacon (1561-1626) orientó la Filosofía y la Ciencia a una posición inductiva, mediante observaciones y experiencias particulares para llegar a un principio general común en todas ellas.

Galileo Galilei (1564-1642) analizó el comportamiento de los cuerpos durante su caída.

René Descartes (1596-1650) tenía una visión diferente del experimentalismo. Para Descartes la Ciencia se tenía que llevar a cabo mediante la intuición y la deducción. En 1637 publicó el libro *El Discurso del Método* en el que propone una metodología innovadora del pensamiento. Para Descartes el mundo se regía de forma mecánica.

Isaac Newton (1642-1687) formuló sus tres famosas leyes del movimiento y anunció su teoría de la gravitación. En 1687 publicó *Principia Mathematica* donde aparecían todos sus estudios.

Jean Baptista van Helmont (1577-1644) trabajó significativamente con los gases y descubrió el dióxido de carbono, al que en un principio llamó gas silvestre. Durante esta época los científicos comenzaron a estudiar el aire en profundidad.

Torricelli (1608-1647) llevó a cabo un experimento con el que demostró que el aire ejercía presión y determinó la presión atmosférica a nivel del mar, posteriormente inventó el barómetro.

Blais Pascal (1623-1662) midió la presión atmosférica a 1500 metros de altura y comprobó que era menor que la presión a nivel del mar. En este momento de la historia de la Química quedaba claro que los gases eran materia, al igual que los sólidos y los líquidos.

Robert Boyle (1627- 1691) fundamentó sus estudios en demostraciones experimentales y defendió que la base del desarrollo científico debía ser la evidencia experimental. Centró sus estudios en los gases y el vacío y junto con Robert Hooke (1635-1703) mejoró el funcionamiento de las bombas de vacío. Enunció la famosa ley de los gases que lleva su nombre y que relaciona la presión con el volumen. Dado que unos años más tarde Edme Mariotte (1620-1684) estableció de forma independiente esta ley, se conoce también como ley de Boyle-Mariotte. Boyle publicó su obra más famosa *The sceptical chymist* en 1661, donde definió elemento como una sustancia que no puede dividirse en otras sustancias más sencillas.

John Mayow (1640-1679), alumno de Boyle, centró sus estudios en la combustión de las sustancias y subrayó la transcendencia del aire en este proceso.

En el siglo XVIII, el estudio de los gases era un tema de gran importancia y dio lugar a la Química Neumática. A lo largo de esta etapa se descubrieron nuevos gases y elementos. La teoría vigente en esta etapa era el flogisto. Fue introducida por Johan Joachim Becher (1635-1682) y divulgada por Georg Ernst Stahl (1659-1734). El flogisto era lo que se perdía cuando se llevaba a cabo la combustión de una sustancia. Era considerado como un ser real, permanente e indestructible y dotaba a los metales de sus diferentes propiedades. La teoría del flogisto explicaba por qué se quemaban los cuerpos y vinculaba la combustión y la calcinación. Además, explicaba la analogía que existía entre los diferentes metales, pues estos estaban formados por las diferentes tierras unidas al flogisto. Los metales podían perder el flogisto y se transformaban en su cal correspondiente, es decir, su óxido. También podía darse el fenómeno contrario, el de adquisición de flogisto. Esta teoría relacionaba por primera vez la oxidación y la reducción por un fenómeno de transferencia (Lecaille, 1994).

Antoine Lavoiser (1743-1794) es considerado uno de los científicos más importantes del siglo XVIII y el padre de la Química Moderna. Lavoiser estudió la combustión y demostró que la calcinación de un metal se debía a la ganancia de algún

elemento que se encontraba en el aire. Propuso que el aire no era una sustancia simple, era una mezcla de diferentes gases. Uno de ellos era el aire deflogisticado, al que Lavoisier llamó oxígeno, el resto era el nitrógeno. Denominó al gas inflamable como hidrógeno. Llegó a la conclusión de que el hidrógeno ardía por combinación con el oxígeno y que el agua era una combinación de ambos.

Lavoisier demostró la ley de conservación de la masa comprobando que la masa no se creaba ni se destruía. Esta cambiaba de unas sustancias a otras mediante un proceso químico.

Lavoisier publicó en 1789 el libro *Tratado Elemental de Química* en el que plasmó sus nuevas teorías y el nuevo sistema de nomenclatura que había creado con la ayuda de Louis Bernard Guyton de Morveau (1737-1816), Claude Louis Berthollet (1748-1822) y Antoine François de Fourcroy (1755-1808). Recogió sus estudios sobre ácidos y bases. En el libro aparecía una lista de sustancias simples, que no se podían descomponer en otras, ordenadas de la más simple a la más compleja. Además, describió numerosos aparatos e instrumentos de laboratorio de la época. Este libro fue el primer texto moderno de Química. Cabe destacar el papel que desarrolló Marie-Anne Pierrette Paulze, esposa de Lavoisier, que realizó las investigaciones junto a él.

John Dalton (1766-1844) formuló la teoría atómica. Según esta, la materia está constituida por partículas diminutas e indivisibles llamadas átomos. Estos, al igual que afirma la ley de conservación de la masa de Lavoisier, no se crean ni se destruyen. Los átomos que forman un elemento tienen la misma masa y el mismo tamaño; los átomos de distintos elementos tienen una masa diferente. Estos átomos pueden asociarse para formar moléculas, pero siempre en un número invariable, por lo que la masa de una molécula tiene que ser igual a la suma de los átomos que la constituyen. Esto fue apoyado por la ley de las proporciones definidas enunciada por Joseph Louis Proust (1754-1826). Poco después de publicar la teoría atómica, Dalton formuló la ley de las proporciones múltiples. Según esta, cuando dos elementos se combinan para formar distintos compuestos, sus cantidades guardan una relación de números enteros sencillos.

Gay-Lussac (1778-1850) enunció la ley de los volúmenes de combinación. Según esta, los volúmenes de los gases que intervienen en una reacción química en las mismas condiciones de presión y temperatura, se encuentran en una relación de números sencillos.

Amadeo Avogadro (1776-1856) formuló la hipótesis que lleva su nombre a partir de la ley de los volúmenes de combinación de Gay-Lussac. Según la hipótesis de Avogadro, el mismo volumen de gases diferentes, en las mismas condiciones de presión y temperatura, contiene el mismo número de moléculas. Según esto, la relación entre las densidades de los gases es la misma que la relación entre las masas

de las partículas. Avogadro planteó un método para calcular las masas relativas de las moléculas de los gases. Además, hizo referencia a las moléculas diatómicas ya que afirmó, basándose en demostraciones experimentales, que las sustancias gaseosas simples estaban formadas por moléculas que incluían dos átomos iguales.

En 1860 se celebró el Congreso de Karlsruhe, el primer congreso internacional de Química. En este congreso se reunieron los químicos más conocidos de la época, como August Kekulé (1829-1896), Stanislao Cannizzaro (1826-1910) y otros que serían conocidos en años posteriores, como Dmitri Mendeléyev (1834-1907) o Lothar Meyer (1830-1895). Fueron tres cuestiones principales las que se debatieron en el Congreso. En primer lugar, se definieron conceptos químicos importantes como átomo, molécula y peso atómico. En segundo lugar, se trató los equivalentes y fórmulas químicas. En tercer lugar, se estableció una notación y nomenclatura química apropiada.

Según Chamizo (2011), la Química Moderna se puede dividir en cinco Revoluciones Químicas. Una revolución química supone un cambio de paradigma en la comunidad científica y se produce un cambio radical en la forma de pensar existente hasta ese momento. A continuación, se muestran las cinco Revoluciones Químicas, el periodo en el que se desarrollaron, las cuestiones por las que se caracterizan y los científicos destacados de cada Revolución.

Tabla 1. Las Revoluciones Químicas (Chamizo, 2011)

Revolución	Periodo	Características generales	Científicos
Primera	1770-1790	Química cuantitativa, oxígeno, química neumática, lenguaje	Lavoisier
Segunda	1855-1875	Congreso de Karlsruhe, química molecular, valencia, Tabla Periódica	Cannizzaro, Kekulé, Frankland, Mendeleiev, Bunsen
Tercera	1904-1924	Química eléctrica, química nuclear, rayos X, fisicoquímica	Curie, Lewis, Soddy, Bragg, Ostwald
Cuarta	1945-1965	Química instrumental, química computacional, química y bioquímica orgánica sintética, química macromolecular	Pauling, Woodward, Hoffman, Staudinger, Martin
Quinta	1973-1993	Química ambiental, química organometálica, química supramolecular, nanoquímica	Molina, Wilkinson, Lehn, Kroto

2.2. Fundamentación teórica: cambios físicos

Los fenómenos que ocurren en la naturaleza son el resultado de diferentes cambios en la materia. El número de transformaciones que puede darse en los sistemas materiales, provocando estos cambios, es elevado. Sin embargo, se pueden agrupar en dos grandes bloques: cambios físicos y cambios químicos (Brown et al., 2014; Chang & Goldsby, 2017; Levine, 2014; Petrucci et al., 2011; Rosales, 2005).

Un cambio físico es aquel en el que no se producen nuevas sustancias. Durante una transformación física no cambia la composición de la materia.

2.2.1. Cambios de estado

La materia se puede presentar en tres estados o fases, denominados estados de agregación. Estos son: sólido, líquido y gas. La fuerza de las uniones entre las partículas que constituyen la materia precisa su estado de agregación. Cada uno de los estados presenta unas propiedades específicas características. Al producirse un cambio de estado de agregación en la materia, la masa permanece constante pero el volumen cambia.

Al modificar la temperatura y la presión, la materia pasa de un estado de agregación a otro. Estas transformaciones se denominan cambios de estado. Estos son cambios físicos de la materia, es decir, la composición de esta no varía.

La fusión es el proceso por el cual un sólido pasa al estado líquido y la solidificación es el paso de líquido a sólido.

La evaporización es el proceso por el cual un líquido pasa al estado gaseoso. La condensación es el paso de gas a líquido por efecto de la temperatura. La licuación es paso de gas a líquido por efecto de la temperatura y de la presión.

La sublimación es la conversión directa del estado sólido al estado gaseoso sin pasar por el estado líquido y la sublimación inversa es el cambio de gas a sólido sin pasar por el estado líquido.

2.2.2. Mezclas

La materia está formada por átomos. La IUPAC, Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, define átomo como “la partícula más pequeña que caracteriza un elemento químico” (IUPAC, 2019). Un elemento químico es una sustancia formada por un solo tipo de átomos. Los compuestos químicos son sustancias en las que se combinan entre sí los átomos de diferentes elementos. En sentido químico, el término sustancia debe emplearse únicamente para elementos y compuestos. La materia se divide en sustancias puras y en mezclas.

Una sustancia pura tiene una composición definida y constante. No se puede separar en otras sustancias mediante métodos físicos. Las sustancias puras se clasifican

en sustancias simples, formadas por un solo elemento químico y en compuestos químicos.

Una mezcla es la combinación de dos o más sustancias puras que se pueden separar mediante métodos físicos. Las propiedades características que presenta una mezcla no son fijas, depende de su composición. La composición y las propiedades de una mezcla pueden variar de una muestra a otra. Existen dos tipos de mezclas: mezclas heterogéneas y mezclas homogéneas.

Las mezclas heterogéneas son aquellas en las que los componentes se separan en diferentes zonas, por lo que la composición y las propiedades físicas varían de una parte a otra de la mezcla. Los diferentes componentes se pueden observar a simple vista o a través del microscopio, como es el caso de los coloides.

Las mezclas homogéneas, también llamadas disoluciones, tienen una composición y propiedades uniformes en todas las partes de la muestra. Los diferentes componentes no se pueden observar a simple vista ni a través del microscopio.

2.2.3. Disoluciones

Una disolución es una mezcla homogénea, donde sus componentes no se distinguen a simple vista. Se trata de un cambio físico de la materia en el que no hay variación en la naturaleza de las sustancias que la conforman.

Una disolución está formada por un disolvente y por un soluto. Estos se diferencian por la proporción en la que se encuentran dentro de la disolución. El disolvente es el componente que se encuentra en mayor cantidad, mientras que el soluto es el componente que se encuentra en menor cantidad. La masa total de la disolución es la suma de la masa del disolvente más la masa del soluto.

La concentración de una disolución es la cantidad de soluto que hay disuelta en una determinada cantidad de disolvente o en una determinada cantidad de disolución. Las disoluciones se clasifican cualitativamente en disoluciones saturadas, aquellas en las que hay disuelta una cantidad pequeña de soluto y en disoluciones diluidas, aquellas en las que hay disuelta una cantidad relativamente grande de soluto. También, las disoluciones se pueden clasificar de forma cuantitativa donde se atiende a la cantidad de soluto y disolvente que forma la disolución.

2.2.4. Separación de mezclas en sustancias puras

Los componentes de las mezclas se pueden separar mediante procesos o cambios físicos. Estas técnicas de separación de sustancias no producen un cambio en la composición de la materia.

Entre los métodos físicos para separar las mezclas heterogéneas se encuentran:

- Filtración. Se emplea para separar un sólido de un líquido en el que se encuentra en suspensión. Se fundamenta en la diferencia de tamaño de los componentes.
- Decantación: Se emplea para separar dos líquidos inmiscibles. Se fundamenta en la diferencia de densidad.
- Separación magnética. Se emplea para separar sustancias sólidas magnéticas de otras que no lo son. Se fundamenta en las propiedades magnéticas de los componentes.

Entre los métodos físicos para separar las mezclas homogéneas se encuentran:

- Cristalización. Se utiliza para separar un sólido del líquido en el que está disuelto. Se basa en la mayor volatilidad del líquido.
- Destilación: Se utiliza para separar dos líquidos miscibles. Se fundamenta en las diferentes temperaturas de ebullición de cada componente.
- Extracción con disolvente: Se separa un componente de una mezcla por medio de un disolvente. Se basa en la diferencia de solubilidad del componente en distintos disolventes.

2.3. Fundamentación teórica: cambios químicos

Los fenómenos que ocurren en la naturaleza son el resultado de diferentes cambios en la materia. El número de transformaciones que puede darse en los sistemas materiales, provocando estos cambios, es elevado. Sin embargo, se pueden agrupar en dos grandes bloques: cambios físicos y cambios químicos (Brown et al., 2014; Chang & Goldsby, 2017; Levine, 2014; Petrucci et al., 2011; Rosales, 2005).

Un cambio químico es aquel en el que sí se producen nuevas sustancias y sí cambia la composición de la materia. Las sustancias se transforman en otras con propiedades diferentes. Los cambios químicos se llevan a cabo mediante reacciones químicas.

Una reacción química es un proceso mediante el cual unas sustancias iniciales, denominadas reactivos, se transforman en otras sustancias diferentes, denominadas productos. En las reacciones químicas se produce una ruptura en los enlaces de los reactivos y una formación de enlaces nuevos para formar los productos, es decir, se produce un cambio en su estructura molecular. Para afirmar que se ha producido una reacción química se necesitan evidencias experimentales. En ocasiones estas evidencias se obtienen por el cambio de color de la muestra, por la formación de precipitado, por el desprendimiento de gas o al calentarse la muestra. Sin embargo, no siempre que se produce una reacción química se manifiestan cambios que se puedan determinar a simple vista. Por ello, se necesita un análisis químico para determinar si

se ha producido una reacción química y si se produce la formación de nuevas sustancias.

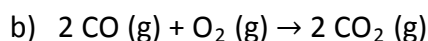
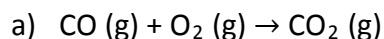
2.3.1. Representación y ajuste de reacciones químicas

Las reacciones químicas se representan mediante ecuaciones químicas. Una ecuación química es la representación simbólica y abreviada de una reacción química. Consta de las siguientes partes:

- Dos componentes separados por una flecha. Esta indica el sentido en el que se origina la reacción. En la parte izquierda de la flecha, se representan las fórmulas químicas de los reactivos. En la parte derecha se representan las fórmulas químicas de los productos.
- El estado químico de las sustancias que intervienen. Se escribe de forma abreviada y entre paréntesis. Así, si la sustancia está en estado sólido se representa como (s), si la sustancia está en estado líquido se representa como (l), si la sustancia se encuentra en estado gaseoso se representa como (g) y si se encuentra en disolución acuosa se representa como (aq).
- Los coeficientes estequiométricos. Son números que aparecen delante de los reactivos y de los productos para igualar el número de átomos que intervienen en la reacción química, de acuerdo con la ley de conservación de la masa de Lavoisier.

Ajustar una reacción química consiste en adaptar los coeficientes estequiométricos de las sustancias que intervienen en una reacción química para que el número de átomos de los reactivos sea el mismo que el número de átomos de los productos. Una reacción química solo se puede ajustar modificando los coeficientes de las fórmulas químicas que aparecen en las ecuaciones químicas. No se pueden modificar los subíndices de los compuestos.

El ajuste de reacciones químicas es fundamental para los cálculos estequiométricos. A continuación, se muestra como ejemplo la ecuación química que representa la reacción química entre el monóxido de carbono y el oxígeno para formar dióxido de carbono. La ecuación química *a)* se encuentra sin ajustar y la ecuación química *b)* se encuentra ajustada.



Las ecuaciones químicas proporcionan información cualitativa y cuantitativa de las reacciones químicas que representan, como:

- Las fórmulas químicas y el estado físico de los reactivos y de los productos.

- La proporción de moles, moléculas y átomos que intervienen de cada especie. Además, en el caso de los gases, siempre que se mantengan las condiciones de presión y temperatura, se puede conocer el volumen que ocupan.
- La masa de los reactivos y de los productos.

2.3.2. Cantidad de sustancia

La unidad de medida para la cantidad de sustancia es el mol. En el Sistema Internacional, el mol es la cantidad de una sustancia que contiene tantas entidades elementales, átomos, moléculas u otras partículas, como átomos hay en 12 gramos del isótopo de carbono-12.

El número de átomos que hay en 12 gramos de carbono-12 se ha determinado experimentalmente. Este número se denomina número de Avogadro (N_A)

$$N_A = 6.02214179 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

2.3.3. Leyes ponderales

Para comprender las reacciones químicas es fundamental conocer las leyes que las rigen (Gallego Badillo et al., 2009).

La ley de conservación de la masa fue descrita por Antoine Lavoisier (1743-1794). Esta establece que durante una reacción química, la materia no se crea ni se destruye, solo se transforma. La masa de las sustancias iniciales que intervienen en una reacción química es la misma que la masa de las sustancias finales.

La ley de las proporciones definidas, o de la composición constante, fue descrita por Joseph Louis Proust (1754-1826). Esta establece que cuando dos elementos se juntan para formar un compuesto, lo hacen siempre en una relación de masa constante. Además, todas las muestras de un compuesto tienen la misma composición, es decir, están formadas por los mismos elementos en la misma proporción en masa.

La ley de las proporciones múltiples fue descrita por John Dalton (1766-1844). Esta ley surge de la teoría atómica de Dalton, la cual se basa en la ley de conservación de la masa de Lavoisier y en la ley de proporciones definidas de Proust. La teoría atómica de Dalton se basa en tres supuestos:

1. Cada elemento químico se compone de átomos, partículas diminutas e indivisibles. Durante la transformación química los átomos no se crean ni se destruyen.
2. Los átomos de un elemento tienen la misma masa y las mismas propiedades. Sin embargo, los átomos de un elemento son distintos a los del resto de los elementos.

3. Los diferentes elementos que se combinan para formar cada compuesto, lo hacen según una proporción numérica sencilla, por ejemplo, un átomo de A y un átomo de B forman el compuesto AB, un átomo de A y dos átomos de B forman AB_2 .

De estos tres supuestos se deduce que durante una reacción química la masa total permanece invariable puesto que los átomos ni se crean ni se destruyen durante la transformación química. Además, se deduce que la composición centesimal de un compuesto debe tener un solo valor, puesto que los átomos de un mismo elemento tienen la misma masa y se unen en proporciones numéricas fijas. Por tanto, la teoría atómica de Dalton explica tanto la ley de conservación de la masa de Lavoisier, como la ley de las proporciones definidas de Proust.

Dalton dedujo la ley de las proporciones múltiples que establece que cuando dos elementos forman más de un compuesto sencillo, la masa constante de un elemento se combina con una masa variable del otro elemento. Estas masas variables mantienen una relación de números enteros.

2.3.4. La teoría cinético-molecular

La teoría cinético-molecular establece que la materia está formada por partículas muy pequeñas como moléculas, átomos o iones. Estas partículas ejercen fuerzas de cohesión o de atracción, intermolecular o interatómica, entre sí. Además, estas partículas están en continuo movimiento. A partir de esto, se explican los diferentes estados de la materia.

En los sólidos las fuerzas de adhesión son muy fuertes por lo que las partículas se encuentran en posiciones fijas. Sin embargo, estas se encuentran en vibración. Debido a esto, los sólidos difícilmente pueden comprimirse, de modo que tienen una forma y un volumen definidos.

En los líquidos las fuerzas de adhesión son moderadas y permiten que las partículas tengan cierta libertad de movimiento. Esto explica que los líquidos adopten la forma del recipiente que los contiene y puedan fluir.

En los gases las partículas se encuentran en continuo movimiento, constante, lineal y al azar. Estas moléculas están alejadas unas de otras, por lo que las fuerzas de cohesión son débiles, casi inexistentes. La mayor parte del espacio que ocupa un gas está vacío y las partículas se consideran masas puntuales, es decir, como si tuvieran masa pero no ocupasen volumen. Las partículas chocan unas con otras y con las partículas del recipiente en el que se encuentra. Estos choques se producen de forma rápida, por lo tanto en la mayor parte del tiempo no se producen choques entre las partículas que forman el gas. No se producen fuerzas entre las partículas, a excepción del momento en el que se origina el choque entre ellas. Esto quiere decir que las

partículas, la mayor parte del tiempo, actúan de forma independiente sin afectar al resto, excepto cuando se producen las colisiones. Todo esto explica la baja densidad que poseen los gases debido a la elevada distancia que hay entre las partículas, así como la elevada capacidad que tienen para comprimirse. Los gases pueden expandirse hasta ocupar todo el volumen del recipiente que los contiene debido a las débiles, incluso inexistentes, interacciones que se producen entre las partículas.

2.3.5. La teoría de colisiones

La teoría cinético-molecular establece que las partículas que forman los gases se encuentran en continuo movimiento. De esta forma, se pueden producir choques entre ellas. La frecuencia de colisión es el número de colisiones que se producen entre las partículas que forman un gas por unidad de volumen y unidad de tiempo.

La frecuencia de colisión en una reacción entre gases es del orden de 10^{32} colisiones por litro y por segundo. Así, si en todas las colisiones que se producen se forman partículas de producto, la velocidad de reacción sería $10^6 \text{ M} \times \text{s}^{-1}$. Sin embargo, las reacciones entre gases tienen una velocidad del orden de $10^4 \text{ M} \times \text{s}^{-1}$. Esto quiere decir que no todos los choques que se producen entre las partículas de los reactivos dan lugar a la formación de partículas de producto, sino que solo una parte de las colisiones que se producen entre las partículas de los gases dan lugar a la reacción química. Estas reacciones entre los gases suceden en una fracción de segundo.

Para que se produzca una reacción química, debido a la colisión entre las moléculas de los gases, estas deben tener la energía cinética suficiente para que se puedan romper los enlaces que las forman cuando colisionen y puedan producirse los productos de la reacción. Cuando dos moléculas se mueven lentamente, cabe esperar que no tengan la energía cinética suficiente que permita romper los enlaces que las forman. Sin embargo, esta rotura de enlaces sí se espera de dos moléculas que se mueven rápido o cuando una molécula que se mueve considerablemente rápido, choca con una molécula que lo hace de forma lenta. La energía de activación se define como la energía cinética mínima que deben tener las moléculas cuando chocan para que se produzca la rotura de enlaces de los reactivos y se formen los enlaces de los productos, es decir, para que se lleve a cabo la reacción química.

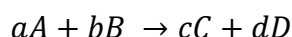
La velocidad de una reacción química depende de la frecuencia de colisión entre las moléculas que forman el gas y de la fracción de estas moléculas que poseen suficiente energía cinética como para producir la reacción. Es decir, la velocidad de una reacción química entre gases, depende de la probabilidad de choques entre moléculas con energía cinética suficiente para reaccionar. Para reacciones químicas con energía de activación alta, la fracción de colisiones es pequeña y por tanto la reacción será lenta.

Otro factor que influye en la velocidad de las reacciones químicas es la orientación de las partículas cuando ocurre la colisión. Hay ocasiones en las que la orientación de las partículas es favorable para que se dé la reacción química. Sin embargo, hay ocasiones en las que la orientación de las partículas es desfavorable para que se lleve a cabo la reacción química.

2.3.6. Velocidad de una reacción química

La velocidad de una reacción química se define como la rapidez con la que varía la concentración de un reactivo o producto por unidad de tiempo. La velocidad de reacción tiene unidades de molaridad por segundo ($M \cdot s^{-1}$).

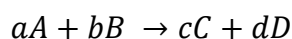
A continuación, se representa una reacción química general mediante la correspondiente ecuación ajustada, donde los coeficientes estequiométricos se representan mediante las letras minúsculas (a, b, c y d) y los reactivos y los productos de la reacción se representan con las letras mayúsculas (A, B, C y D). Además, se define la velocidad de reacción de esta reacción química.



$$\text{velocidad de reacción } (v) = -\frac{1}{a} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{b} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{c} \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = \frac{1}{d} \frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$

La velocidad de reacción es una magnitud positiva, por tanto, se toma el valor negativo de $\Delta[X]/\Delta t$ cuando X se refiere a los reactivos, debido a que estos se consumen durante el transcurso de la reacción. Para obtener un único valor positivo, es necesario dividir todas las velocidades por los coeficientes estequiométricos de cada especie que aparecen en la ecuación ajustada.

Para obtener una ecuación que pueda ser utilizada para predecir la dependencia de la velocidad de reacción con las concentraciones de los reactivos, se utiliza la ecuación de velocidad. A continuación, se muestra la velocidad de reacción para una ecuación química general:



$$\text{velocidad de reacción} = k[A]^m[B]^n$$

[A] y [B] son las molaridades de los reactivos; m y n representan el orden de reacción para los reactivos A y B respectivamente y no están relacionados con los coeficientes estequiométricos. El orden total de la reacción es la suma de todos los exponentes. La constante de velocidad de la reacción, k , relaciona la velocidad de una reacción química con las concentraciones de los reactivos. El valor de esta constante depende de la reacción química, de la temperatura y de la presencia de un catalizador.

La velocidad de una reacción química se puede ver afectada por diferentes factores:

- El estado físico en el que se encuentren los reactivos. Para que se produzca la reacción química deben producirse choques entre las moléculas de los reactivos, por esto, cuanto más fácil les resulte a las moléculas de los reactivos chocar, mayor será la velocidad de la reacción.
- La concentración de los reactivos. Al aumentar la concentración de los reactivos, aumenta la frecuencia de colisiones de las moléculas que los forman. Es por esto, que la velocidad de la reacción aumenta al hacerlo la concentración de los reactivos.
- La temperatura a la que se lleve a cabo la reacción. Al aumentar la temperatura de la reacción, aumenta la energía cinética de las moléculas de los reactivos. Esto hace que los choques entre ellas se produzcan con mayor facilidad y con más energía. Es por esto que la velocidad de las reacciones químicas aumenta al aumentar la temperatura. Svante Arrhenius (1859-1927) evidenció que las constantes de velocidad de las reacciones varían con la temperatura según la ecuación de Arrhenius, donde:

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$$

- El uso de un catalizador. Un catalizador es una sustancia que aumenta la velocidad de la reacción química al hacer que la reacción ocurra con una energía de activación menor. Interviene en la reacción pero no sufre ninguna modificación permanente.

2.3.7. Calentamiento global

El calentamiento global es la subida de temperatura media de la Tierra desde que existen registros de esta. Este incremento de temperatura está relacionado con el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero, principalmente el dióxido de carbono, CO₂.

El efecto invernadero es un proceso natural que se produce cuando la luz solar llega a la superficie de la Tierra. Los gases presentes en la atmósfera no absorben estas radiaciones, puesto que tiene una energía alta compuesta por ondas de longitud corta que dejan pasar la luz solar. Parte de la luz que llega a la superficie de la Tierra, es reflejada hacia el espacio, el efecto albedo; otra parte es retenida por la atmósfera y la mayor parte llega a la superficie terrestre, incidiendo sobre ella y calentándola. Al calentarse la superficie de la Tierra, la luz solar, que es de alta energía, se transforma en radiación de baja energía y altas longitudes de onda, reflejándose de nuevo hacia la atmósfera. Esta energía sí puede ser absorbida por algunos de los gases atmosféricos

como el metano, el vapor de agua y especialmente el CO₂. Este efecto es la principal fuente de calor de la atmósfera. El efecto invernadero es vital para la Tierra ya que permite que la temperatura media sea de 15 °C (Caballero et al., 2007).

Un incremento de la presencia de gases de efecto invernadero provoca una subida de la temperatura terrestre. El aumento de la presencia de estos gases, entre los que se encuentran el metano, los óxidos de nitrógeno, los compuestos clorofluorocarbonados, el vapor de agua y el CO₂, está relacionado con acciones humanas. Esto provoca a su vez un aumento del calentamiento global que origina alteraciones en el sistema climático. Al conjunto de estos cambios se le denomina cambio climático y ocasiona inestabilidades a nivel mundial (Hughes et al., 2017; Sánchez-Benítez et al., 2018).

2.3.8. La problemática del agua

La actividad del hombre en la industria ha originado una gran variedad de productos con diversos fines. Sin embargo, también ha supuesto la aparición de una multitud de contaminantes, entre los que se encuentran los denominados contaminantes emergentes o microcontaminantes. Estos, aunque han estado presentes en el agua asiduamente, se han identificado y regulado como importantes contaminantes del agua recientemente. Son contaminantes artificiales usados a diario por el ser humano, entre los que se encuentran los productos farmacéuticos, pesticidas y productos de cuidado personal (Gomes-Vieira et al., 2018).

Los contaminantes emergentes están relacionados con numerosas anomalías y problemas en la salud humana, como efectos mutagénicos, carcinogénicos y alteraciones endocrinas (Fuentes-López et al., 2018; LeDoux, 2011).

Estos contaminantes se han hallado en lugares que no han sido utilizados, esto se debe al ciclo hidrológico (Rasheed et al., 2019), que hace que el agua se encuentre en continuo movimiento. El incremento de la actividad de la industria, de la agricultura y de otras acciones del hombre, alteran los ciclos del agua cuantitativa y cualitativamente. Por esto es fundamental tratar, desinfectar y purificar el agua (Abbas et al., 2015; De la Cruz González, 2013; Masiá et al., 2013).

El hombre puede acceder a una mínima parte del agua que forma la Tierra. El 97% es agua salada y el 3% agua dulce. No obstante, la mayor parte del agua dulce, el 79%, se encuentra en los glaciares y en los polos, en forma de hielo y nieve; el 20% se encuentra formando las aguas subterráneas y el 1% forma el agua de ríos, lagos y atmósfera (Rodríguez González, 2016).

3. FUNDAMENTACIÓN DIDÁCTICA

3.1. Historia de la Ciencia

El uso de la Historia de Ciencia como recurso didáctico presenta diversas ventajas para el alumnado y facilita el aprendizaje de la Ciencia. Entre estas ventajas se encuentra la posibilidad de identificar y anticipar las ideas erróneas que el alumnado puede poseer sobre ciertos conceptos. Numerosas ideas alternativas que posee el alumnado coinciden con los conceptos históricos que a lo largo de la historia de la química fueron aceptados, reconocidos y aplicados. Conocer los diferentes enfoques que han adquirido los conceptos científicos a lo largo de la historia, puede hacer que las reacciones negativas por parte del alumnado disminuyan si comprueban que las ideas que presentan sobre dichos conceptos, aunque sean erróneas, se han considerado a lo largo de la historia. Por otro lado, el alumnado concibe habitualmente el aprendizaje de los conceptos científicos y de la ciencia en sí como un aprendizaje de contenidos impuestos. Con el conocimiento de los diversos problemas que han surgido a lo largo de la Historia de la Ciencia y de las teorías, leyes, conceptos y soluciones que se han propuesto para abordarlos, el alumnado puede entender los diferentes orígenes y la trayectoria que han tenido y mitigar la idea de concepto puntual y aislado (Campanario, 1998; Campanario & Moya, 1999).

Frecuentemente, el alumnado concibe las teorías, las leyes y conceptos como algo concreto de una materia que se aplica de forma excepcional para determinados casos. De igual forma, conocer el motivo por el que surgen los diferentes conceptos en ciencias y el recorrido que han tenido a lo largo de la historia, puede ayudar a identificar paralelismos entre las teorías, leyes y conceptos que se aplican en diferentes disciplinas pero que tienen un origen común (Solbes & Traver, 1996).

Otra enseñanza que surge de conocer la Historia de la Ciencia es que las teorías, leyes o conceptos no se pueden discutir en base a los conocimientos actuales, sino a partir del contexto en el que tienen lugar (Castro García et al., 2012).

La Historia de la Ciencia motiva al alumnado y facilita la asimilación de conocimientos. Favorece, entre otras, la competencia científica y muestra los aspectos más humanos de la ciencia (Álvarez Lires et al., 2013).

3.2. Ideas previas

El proceso de enseñanza-aprendizaje se ha llevado a cabo durante años de forma transmisiva. La labor del docente, en esta forma de enseñanza, era transmitir los conocimientos al alumnado, que tenía un papel pasivo, como si de un recipiente vacío se tratase. Sin embargo, el alumnado posee conocimientos previos sobre los temas a tratar, sean correctos o no. Para conseguir que el aprendizaje del alumnado sea significativo, es esencial que el contenido que se pretende enseñar se relacione con lo

que el alumnado ya sabe y se trate de determinar las ideas que presentan antes de proceder a la enseñanza-aprendizaje del contenido, así como las ideas que son correctas y erróneas (Campanario & Otero, 2000; Galagovsky, 2004).

Los conocimientos que el alumnado posee de los contenidos a tratar, se denominan ideas previas. El concepto de idea previa ha recibido diferentes nombres dependiendo de los autores de los estudios que han tratado de concretar y precisar su significado e importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje educativo (Campanario & Otero, 2000; Trinidad Velasco & Garritz, 2003).

Además, también ha sido objeto de estudio identificar el origen de las ideas previas que surgen en el alumnado. Así, para Pozo et al. (1991) existen tres causas que originan ideas previas levemente diferenciadas. En primer lugar, el origen sensorial da lugar a concepciones espontáneas que se basan en las percepciones del mundo natural del alumnado. En segundo lugar, el origen social ocasiona concepciones inducidas que se basan en la influencia del entorno social y cultural del alumnado. Por último, el origen analógico genera concepciones análogas, que surgen cuando el alumnado no tiene conocimientos previos sobre determinados hechos o conceptos y los explica mediante similitud con otros que sí conoce. No se trata de realizar una clasificación estática de las causas que originan las ideas previas. Estas causas están en continua interacción.

El uso y la comprensión del lenguaje científico es una de las principales dificultades que tiene el alumnado al no comprender el vocabulario que se utiliza en los textos de actividades, lecturas y problemas. Esto se debe, en gran medida al uso no científico del lenguaje. Otra dificultad que puede encontrar el alumnado para la comprensión de términos científicos radica en el uso de estos con otras connotaciones en diferentes contextos. Debido a esto, el alumnado utiliza frecuentemente el término sustancia para referirse a material, átomo o elemento indistintamente (Montagut Bosque, 2010).

El alumnado suele confundir los elementos, los compuestos, las sustancias y las mezclas. Esto ocurre porque, aunque conoce el modelo corpuscular, no lo relaciona con estos términos a la hora de discernir entre ellos. La visión macroscópica de la materia, es decir, la idea de que esta es continua, prevalece frente a la idea de que está constituida por elementos que no se observan a simple vista, es decir, la visión microscópica. Esto deriva en la confusión del alumnado para otorgar o atribuir propiedades macroscópicas de las sustancias, como el color o la conductividad, a los átomos o las moléculas. Frecuentemente, el alumnado considera que dos sustancias, que están formadas por el mismo elemento químico, no son las mismas solo porque no tienen la misma forma. Además, debido a la concepción errónea que presenta de la estructura de la materia, como algo continuo, muestra dificultad para conocer que

en una reacción química existe una redistribución de los átomos (Benarroch Benarroch, 2000; Coştu et al., 2010; Furió Más & Domínguez Sales, 2007; Gómez Crespo, 1996)

Además, es frecuente que el alumnado que consigue distinguir entre cambios físicos y químicos, a la hora de explicar cómo suceden estos cambios, hace referencia a que el cambio sucede sin más y no es capaz de dar una explicación al cambio. El alumnado presenta dificultades para distinguir entre cambios físicos, como los cambios de estado o las mezclas y los cambios químicos. Esto se debe a que este no hace uso del modelo corpuscular de la materia para discernir entre estos cambios y hace uso meramente de lo que se observa a simple vista. Asimismo, cuando se produce un cambio físico como es el caso de una disolución, en la que no cambia la naturaleza de las sustancias, el alumnado afirma que se ha producido un cambio químico por el hecho de que el estado inicial de las sustancias no es el mismo de que el final (Kind, 2004; Landau et al., 2014; López González & Vivas Calderón, 2009)

Una de las causas por las que el alumnado no consigue un aprendizaje significativo es la ausencia de tiempo disponible para consolidar una idea. Esto hace que las ideas previas del alumnado se combinen con los conceptos científicos que van adquiriendo (Kind, 2004).

3.3. Controversias socio-científicas

Las cuestiones socio-científicas son los dilemas que surgen en la sociedad relacionados con la ciencia. El desarrollo científico-tecnológico influye directamente en la sociedad, por lo que surgen contradicciones frecuentemente relacionadas con estos temas. Por esto, es necesaria la alfabetización científica de la población que permita a las personas entender, participar y proceder con responsabilidad cuando se traten estas cuestiones. Las controversias aparecen cuando existe diferencia de opiniones (Acevedo et al., 2005).

El uso de controversias socio-científicas, para el desarrollo de contenidos en las unidades didácticas, es un método eficaz que permite fomentar la alfabetización científica y el pensamiento crítico del alumnado. Las controversias socio-científicas son cuestiones abiertas y complejas que no tienen una única respuesta, lo que permite al alumnado estudiar e investigar las diferentes versiones y evidencias que existen sobre el tema. Así, fomenta la capacidad de tomar decisiones basadas en información y además, permite realizar debates y exponer los argumentos que les ha llevado a tomar su postura frente a la cuestión a tratar (Díaz Moreno & Rut Jiménez-Liso, 2012) (Domènech-Casal, 2018).

3.4. Aprendizaje por indagación

La indagación se define como:

“... un proceso complejo de construcción de significados y modelos conceptuales coherentes, en el que los estudiantes formulan cuestiones, investigan para encontrar respuestas, comprenden y construyen nuevo conocimiento y comunican su aprendizaje a otros, aplicando el conocimiento de forma productiva a situaciones no familiares” (Romero-Ariza, 2017, p. 289).

El aprendizaje por indagación se puede clasificar en cuatro tipos, atendiendo al grado de amplitud de las actividades presentadas al alumnado y al papel adoptado por el profesorado durante el desarrollo de las mismas. En primer lugar, se encuentra la indagación abierta, donde el aprendizaje se centra en el alumnado. En este tipo de indagación, el alumnado plantea las preguntas y realiza la investigación para dar una respuesta a estas. En segundo lugar, se encuentra la indagación guiada donde el profesorado orienta al alumnado mediante el planteamiento de cuestiones y lo guía para realizar la búsqueda de información. Sin embargo, es el alumnado el encargado de llevar a cabo la investigación. En tercer lugar, se encuentra la indagación acoplada, que combina la indagación abierta y guiada. En este tipo de indagación, el profesor guía la investigación mediante el planteamiento de ciertas cuestiones y el alumnado es el encargado de planificar y realizar la investigación. En cuarto lugar, se encuentra la indagación estructurada, donde el alumnado lleva a cabo la investigación mediante las pautas señaladas por el profesorado, orientadas a llegar a una conclusión final establecida (Martin-Hansen, 2002).

En la enseñanza a través de la indagación se necesita la participación activa del alumnado. La identificación de las preguntas y los conceptos que orientan las investigaciones científicas, el planteamiento de las investigaciones que llevan a encontrar las respuestas a estas preguntas y la explicaciones a estas, son unas de las habilidades que se desarrollan mediante este tipo de enseñanza-aprendizaje. Por esto, este se considera una herramienta beneficiosa para el aprendizaje de contenidos científicos (González Rodríguez & Crujeiras Pérez, 2016).

En el aprendizaje por indagación mediante preguntas abiertas, el proceso de la investigación es tanto más importante que el resultado final en sí (Prolongo & Pinto, 2010).

Los beneficios del aprendizaje por indagación depende de diversos factores, entre los que se encuentran el tipo de actividades a desarrollar, el grado de apertura y la orientación del profesorado (Romero-Ariza, 2017).

3.5. Aprendizaje basado en proyectos

El aprendizaje basado en proyectos parte de un problema concreto y contextualizado, del cual surgen preguntas o retos que hay que resolver. De aquí, nace la investigación científica con el fin de dar respuestas a las preguntas y soluciones a los problemas. El alumnado desarrolla la investigación a través de su conocimiento, diferentes recursos y la reflexión sobre la información obtenida. Durante el aprendizaje basado en proyectos es fundamental el trabajo cooperativo, en grupos heterogéneos. El fin de esta metodología, es que el alumnado obtenga una solución al problema o ítem planteado, aprendiendo durante el proceso (Sanmarti Puig & Márquez Bargalló, 2017).

En la enseñanza-aprendizaje mediante la realización de proyectos, el alumnado adquiere un papel activo, mientras que el papel del profesorado es el de guía. Es el alumnado el que busca y selecciona la información. De esta forma, se siente motivado al ser partícipe del problema y estar involucrado en buscar una solución. Con el planteamiento del problema contextualizado se quiere desarrollar el contenido curricular, así como diversas habilidades sociales (Domènech Casal, 2017).

La evaluación del proyecto final se contempla como un proceso múltiple, donde tiene cabida la autoevaluación, así como la coevaluación.

3.6. Aprendizaje cooperativo

El aprendizaje cooperativo consiste en trabajar de forma conjunta para alcanzar objetivos comunes. Así, el alumnado trabaja para obtener resultados beneficiosos, tanto colectivos como individuales.

El aprendizaje cooperativo es fundamental y eficaz en el desarrollo de competencias básicas y específicas en el alumnado. Este tipo de aprendizaje, favorece las relaciones interpersonales, así como la inteligencia interpersonal entre el alumnado, debido a las relaciones que se establecen. El aprendizaje cooperativo también favorece el desarrollo de los contenidos a tratar (León-del Barco et al., 2004) y la educación inclusiva (Cabrera-Di-Piramo & Davyt, 2015).

Además, el aprendizaje cooperativo favorece la comunicación del alumnado, la implicación en los temas a tratar y una mayor participación (Herrada Valverde & Baños Navarro, 2018).

Este modelo de aprendizaje mejora la enseñanza-aprendizaje en materias de gran dificultad, como las ciencias experimentales, donde el alumnado trata conceptos y procesos complejos. Las metodologías activas, como es el caso del aprendizaje cooperativo, son especialmente beneficiosas para que el alumnado desarrolle las competencias necesarias para afrontar retos personales, grupales y sociales (Herrada Valverde & Baños Navarro, 2018).

3.7. Simulaciones por ordenador

El desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación ofrece numerosas herramientas en la enseñanza y en concreto, en la enseñanza de las ciencias. Las simulaciones por ordenador acercan la ciencia al alumnado de una forma visual y facilitan su aprendizaje. El uso complementario de las simulaciones por ordenador, permite al alumnado acercarse de forma interactiva a laboratorios virtuales, herramientas de representación de datos, gráficas y diagramas, de forma que el alumnado manipule estas herramientas y se familiarice con ellas. Además, le permite participar de forma activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Rodríguez-Rivero et al., 2014; Velasco & Buteler, 2017).

El uso de laboratorios digitales aumenta el valor formativo de las prácticas que se desarrollan en ciencias. Para que el aprendizaje conseguido mediante esta metodología sea significativo, es necesario que esta se utilice de forma pedagógica. Para ello hay que tener en cuenta diversos factores. En primer lugar, es necesario que el alumnado sepa interpretar los gráficos e imágenes presentes en el recurso de forma adecuada y si no es así, es necesario que antes de su utilización aprenda a interpretarlos. De lo contrario, estos recursos en lugar de facilitar la comprensión de las ciencias, pueden reforzar errores conceptuales del alumnado. En segundo lugar, la presencia del docente y la guía que ofrece al alumnado mediante el uso de esta metodología es fundamental para que este construya el conocimiento, puesto que para el alumnado es complicado identificar las aplicaciones de las diferentes teorías científicas y llegar a deducir estas mediante los datos experimentales. Por último, es fundamental revisar y mejorar los recursos virtuales y digitales (Romero-Ariza & Quesada, 2014).

4. PROYECCIÓN DIDÁCTICA

4.1. Justificación

La unidad didáctica que se desarrolla en el presente Trabajo de Fin de Máster está orientada al alumnado de 3.º de Educación Secundaria Obligatoria de la asignatura de Física y Química. El contenido a desarrollar en esta unidad didáctica se contempla dentro del tercer bloque correspondiente al primer ciclo de la ESO, que trata los cambios de la materia. Además, también se desarrolla el contenido comprendido en el primer bloque, correspondiente al desarrollo de la actividad científica, de acuerdo con el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre.

En esta unidad didáctica se trabaja la diferencia entre cambios físicos y cambios químicos. Se desarrolla en profundidad los cambios químicos, es decir, los principios fundamentales de las reacciones químicas. Así, se interpreta una reacción química a partir de la teoría de colisiones y la teoría cinético-molecular, las leyes fundamentales

de las reacciones químicas y la ley de conservación de la masa. Se trabaja el desarrollo de cálculos estequiométricos. Además, se describe el concepto de velocidad de reacción y el efecto que tienen la concentración y la temperatura sobre esta. Así mismo, se desarrolla la importancia de la química en la sociedad, en el medioambiente y en la industria. Asimismo, se llevan a cabo trabajos de investigación fomentando la actividad científica del alumnado.

Es de suma importancia, para el desarrollo del alumnado en la asignatura de Física y Química, que se adquiera una base adecuada al trabajar esta unidad didáctica, puesto que es el cimiento de otros contenidos de la asignatura.

La asignatura de Física y Química para 3.º de la ESO consta de 72 horas. La unidad didáctica que se desarrolla en este trabajo es la cuarta unidad didáctica que se trabaja en el curso académico y se lleva a cabo en 11 sesiones de una hora.

4.2. Legislación educativa de referencia

Para la realización del presente Trabajo de Fin de Máster se ha consultado la legislación vigente que se cita a continuación:

- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.
- Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.

4.3. Contextualización

4.3.1. Contextualización del centro educativo

Esta unidad didáctica se encuentra destinada al alumnado de 3.º de la ESO del centro IES María Cabeza Arellano Martínez de la ciudad de Mengíbar. Este centro se sitúa en la Avenida de Andalucía, número 5.

El IES María Cabeza Arellano es el único centro de Enseñanza Secundaria que hay en la localidad, donde se imparten las enseñanzas de ESO, Bachillerato y Formación Profesional. En Mengíbar hay tres Colegios de Educación Infantil y Primaria: CEIP Santa María Magdalena, CEIP Manuel de la Chica y CEIP José Plata.

Además de acoger al conjunto del alumnado de Mengíbar, el IES María Cabeza Arellano acoge a estudiantes procedentes de pueblos colindantes: Cazalilla, Espeluy y Las Estaciones de Espeluy. Este alumnado cursa en los Colegios de Educación Infantil y Primaria de sus respectivos municipios el 1.º y 2.º curso de Educación Secundaria Obligatoria, es decir, son centros Semi-D.

En el centro, durante el curso académico, hay formados 19 grupos de Educación Secundaria Obligatoria; 6 grupos de Bachillerato, de las especialidades de Ciencias y Tecnologías y de Humanidades y Ciencias Sociales; 4 grupos de Formación Profesional de Grado Medio; 2 Grupos de Instalaciones de Telecomunicaciones y 2 grupos de Gestión Administrativa y 2 grupos de Formación Profesional Básica en la especialidad de Gestión Administrativa. Además, el centro consta de un programa de Atención a la Diversidad que cuenta con Apoyo Escolar, apoyo en Audición y Lenguaje, un Programa de Mejora del Aprendizaje y del Rendimiento y un programa de Formación Profesional Básica de Servicios Administrativos.

El horario, aprobado por el Consejo Escolar, es de jornada de mañana de lunes a viernes, de 8:00 a 14:30. El miércoles en horario de tarde es el día dedicado a Tutorías, Reuniones de Coordinación, Claustros y Consejos Escolares. Las sesiones de Evaluación se realizan en horario de tarde según el calendario elaborado por el Equipo Directivo.

El centro consta de tres edificios donde se encuentran las diferentes aulas, laboratorios, talleres y biblioteca, 1 salón de actos, 1 gimnasio y 1 edificio de cafetería y comedor. Concretamente el centro cuenta con 2 talleres de Tecnología, 2 talleres de Electrónica, 2 laboratorios de Ciencias Naturales, 1 laboratorio de Física, 1 laboratorio de Química, 3 aulas de Informática, 1 aula de Música, 2 aulas de Plástica y Visual, 2 aulas de Administrativo y 2 aulas de Apoyo e Integración.

Los recursos TIC existentes en el centro son los siguientes: conexión Wifi a Internet, 3 aulas de Informática, 2 aulas-taller del curso de formación de Gestión Administrativa, 3 aulas-taller del curso de formación de Instalaciones de Telecomunicaciones y Zona TIC de la Biblioteca. Además, el centro consta de 20 aulas con pizarra digital y un ordenador por cada mesa de dos con conexión a Internet, 1 aula de apoyo con pizarra digital, 22 aulas y laboratorios con cañón de proyección y ordenador y dotación de ordenadores en área administrativa, sala de profesorado y departamentos.

4.3.2. Contextualización del aula

La presente unidad didáctica se desarrolla en el aula habitual de clase y en el laboratorio de Química.

El aula habitual consta de pizarra digital, así como ordenadores para el alumnado con conexión a Internet.

El laboratorio de Química cuenta con el material básico de laboratorio, así como batas, gafas y guantes de seguridad. El laboratorio tiene un cañón de proyección y un ordenador con acceso a Internet.

4.3.3. Contextualización del alumnado

El alumnado al que va dirigida esta unidad didáctica tiene entre 13 y 15 años de edad. Las características del grupo, referidas al nivel académico, son homogéneas.

La clase está compuesta por 30 alumnas y alumnos, 16 alumnas y 14 alumnos. El ambiente generado en la clase es, generalmente, bueno.

4.4. Objetivos

Los elementos del currículo comunes a la Educación Secundaria y Bachillerato se definen en el artículo 2 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre y en el artículo 4 del Decreto 111/2016, de 14 de junio. Los objetivos se definen como los referentes relativos a los logros que el estudiante debe alcanzar al finalizar cada etapa, como resultado de las experiencias de enseñanza-aprendizaje intencionalmente planificadas a tal fin.

4.4.1. Objetivos generales de etapa

Los objetivos generales para la etapa de Educación Secundaria Obligatoria se recogen en el artículo 11 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Además de estos objetivos, se han añadido dos objetivos más para Andalucía, en el artículo 3.2 del Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad.

En el artículo 11 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, se establece que la Educación Secundaria Obligatoria contribuirá a desarrollar en los alumnos y las alumnas las capacidades que les permitan:

- a) Asumir responsablemente sus deberes, conocer y ejercer sus derechos en el respeto a los demás, practicar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y grupos, ejercitarse en el diálogo afianzando los derechos humanos y la igualdad de trato y de oportunidades entre mujeres y hombres,

como valores comunes de una sociedad plural y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática.

- b) Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.
- c) Valorar y respetar la diferencia de sexos y la igualdad de derechos y oportunidades entre ellos. Rechazar la discriminación de las personas por razón de sexo o por cualquier otra condición o circunstancia personal o social. Rechazar los estereotipos que supongan discriminación entre hombres y mujeres, así como cualquier manifestación de violencia contra la mujer.
- d) Fortalecer sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con los demás, así como rechazar la violencia, los prejuicios de cualquier tipo, los comportamientos sexistas y resolver pacíficamente los conflictos.
- e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.
- f) Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.
- g) Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.
- h) Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua castellana y, si la hubiere, en la lengua cooficial de la Comunidad Autónoma, textos y mensajes complejos, e iniciarse en el conocimiento, la lectura y el estudio de la literatura.
- i) Comprender y expresarse en una o más lenguas extranjeras de manera apropiada.
- j) Conocer, valorar y respetar los aspectos básicos de la cultura y la historia propias de los demás, así como el patrimonio artístico y cultural.
- k) Conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social. Conocer y valorar la dimensión humana de la

sexualidad en toda su diversidad. Valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo, el cuidado de los seres vivos y el medioambiente, contribuyendo a su conservación y mejora.

- l) Apreciar la creación artística y comprender el lenguaje de las distintas manifestaciones artísticas, utilizando diversos medios de expresión y representación.

En el artículo 3.2 del Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad, se establece que, además de los objetivos descritos en el apartado anterior, la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía contribuirá a desarrollar en el alumnado las capacidades que le permitan:

- a) Conocer y apreciar las peculiaridades de la modalidad lingüística andaluza en todas sus variedades.
- b) Conocer y apreciar los elementos específicos de la historia y la cultura andaluza, así como su medio físico y natural y otros hechos diferenciadores de nuestra Comunidad, para que sea valorada y respetada como patrimonio propio y en el marco de la cultura española y universal.

4.4.2. Objetivos generales de la materia Física y Química

Los objetivos generales de la materia de Física y Química se recogen en la Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

La enseñanza de la Física y Química en esta etapa contribuirá a desarrollar en el alumnado las capacidades que le permitan:

1. Comprender y utilizar las estrategias y los conceptos básicos de la Física y de la Química para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar sus repercusiones en el desarrollo científico y tecnológico.
2. Aplicar, en la resolución de problemas, estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como el análisis de los problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y de diseño experimentales, el análisis de resultados, la consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado.
3. Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas elementales, así como comunicar argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia.

4. Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar trabajos sobre temas científicos.
5. Desarrollar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento científico para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones relacionadas con las ciencias y la tecnología.
6. Desarrollar actitudes y hábitos saludables que permitan hacer frente a problemas de la sociedad actual en aspectos relacionados con el uso y consumo de nuevos productos.
7. Comprender la importancia que el conocimiento en ciencias tiene para poder participar en la toma de decisiones tanto en problemas locales como globales.
8. Conocer y valorar las interacciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y el medioambiente, para así avanzar hacia un futuro sostenible.
9. Reconocer el carácter evolutivo y creativo de la Física y de la Química y sus aportaciones a lo largo de la historia.

4.4.3. Objetivos específicos de la unidad didáctica

En la presente unidad didáctica se desean alcanzar, con el desarrollo de la misma, una serie de objetivos específicos.

La enseñanza de la presente unidad didáctica contribuirá a desarrollar en el alumnado las capacidades que le permitan:

1. Diferenciar los cambios físicos y los cambios químicos en función de la formación, o no, de nuevas sustancias.
2. Conocer la evolución de la ciencia a lo largo de la historia y cómo influye la época, la cultura y la sociedad del momento en el desarrollo de la misma. Reconocer la importancia de la mujer en la ciencia a lo largo de la historia.
3. Comprender las reacciones químicas como cambios de unas sustancias en otras debido a una reorganización de los átomos.
4. Explicar las reacciones químicas desde el punto de vista de la teoría cinético-molecular y la teoría de colisiones.
5. Relacionar la ley de conservación de la masa con datos obtenidos a través de la observación y de la experimentación.
6. Interpretar las reacciones químicas a partir de su representación mediante ecuaciones químicas.
7. Resolver cálculos estequiométricos sencillos.

8. Interpretar la velocidad de una reacción química y los factores que influyen en esta.
9. Valorar la importancia de la química en la sociedad, en el medioambiente y en la industria.
10. Comprender la utilidad y el funcionamiento de los materiales e instrumentos básicos de un laboratorio.
11. Desarrollar competencias asociadas a la realización de trabajos de investigación sobre el tema objeto de estudio.

4.5. Competencias clave

En el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, se definen las competencias como capacidades para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos.

Las competencias clave aparecen descritas en la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero. En esta Orden se establecen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación.

Las competencias clave del currículo deben ser, según se recoge en la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero: la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT), comunicación lingüística (CCL), la competencia digital (CD), aprender a aprender (CAA), competencias sociales y cívicas (CSC), sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SEIP) y conciencia y expresiones culturales (CEC).

En la presente unidad didáctica se contribuye al desarrollo de las competencias clave como se describe a continuación:

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT). La competencia matemática implica la capacidad de aplicar el razonamiento matemático y sus herramientas para describir, interpretar y predecir distintos fenómenos. Esta es fundamental para el desarrollo de los cálculos estequiométricos relacionados con las leyes fundamentales de las reacciones químicas y con el concepto de cantidad de sustancia. Se pone de manifiesto en el uso de relaciones con los factores de conversión y resolución de los problemas que se plantean.

Las competencias básicas en ciencia y tecnología están presentes durante todo el desarrollo de la unidad didáctica. Estas competencias se ponen de manifiesto al abordar la unidad didáctica y proporcionar un acercamiento a los cambios físicos y químicos, relacionando este contenido con el mundo físico y la sociedad. Estas son fundamentales para el desarrollo del pensamiento

científico del alumnado. Trabajando el contenido de la unidad didáctica mediante controversias socio-científicas y la realización de proyectos de investigación, el alumnado adquiere la capacidad de contrastar ideas e informaciones de diferentes fuentes y discernir entre las fuentes fiables y las que no tienen rigor científico, fomentando la capacidad del alumnado de desarrollar juicios críticos sobre hechos científicos y tecnológicos. La adquisición de los conocimientos de esta unidad didáctica y su relación con la sociedad, el medioambiente y la industria, fomenta la responsabilidad del alumnado en relación a la conservación de los recursos naturales y a las cuestiones medioambientales, así como la adopción de una actitud adecuada para lograr una vida física y mental saludable en un entorno natural y social.

- Comunicación lingüística (CCL). La competencia comunicativa del alumnado se desarrolla en múltiples ocasiones a lo largo de la presente unidad didáctica, debido a que esta competencia requiere la interacción de distintas destrezas puesto que se produce en múltiples modalidades de comunicación. En esta unidad didáctica, la competencia lingüística se desarrolla mediante la lectura de diferentes textos y artículos científicos, la escritura de informes y diferentes actividades. La oralidad se pone de manifiesto durante toda la extensión de la unidad didáctica, puesto que el alumnado expresa sus ideas y dudas en clase, participa en diversos debates, trabaja en grupo y lleva a cabo exposiciones de trabajos de forma oral. Además, esta competencia también se trabaja en la comunicación audiovisual durante las exposiciones orales, con el uso de la tecnología.
- Competencia digital (CD). La competencia digital se desarrolla en diferentes ocasiones durante la extensión de la presente unidad didáctica mediante el uso de las tecnologías de la información y la comunicación. Se pone de manifiesto en las actividades en las que el alumnado tiene que consultar información en internet, en el uso de simuladores o recursos en línea y en la creación de contenidos para la preparación de exposiciones y proyectos. Además de conocer las fuentes y el uso de la información, esta competencia permite al alumnado tener consciencia de los derechos y las libertades que asisten a las personas en el mundo digital y fomentar un buen uso de ellas. Asimismo, esta competencia permite al alumnado reconocer la labor de los autores y autoras de la información.
- Aprender a aprender (CAA). Esta competencia se desarrolla a lo largo de toda la unidad didáctica. Mediante la realización de las diferentes actividades, el alumnado es consciente de su propio proceso de aprendizaje. Con la utilización de la *Ruta de investigación*, el alumnado plasma las predicciones previas

individuales, luego se debate con el resto del alumnado y se obtiene una conclusión previa grupal. Tras realizar la actividad y obtener un resultado, el alumnado saca una conclusión final. Esto le permite comprobar la evolución de su aprendizaje y la conexión entre conocimientos previos y anteriores. Además, fomenta la construcción del conocimiento de un modo progresivo y la adquisición de un aprendizaje significativo. Mediante el desarrollo de esta competencia se obtiene, procesa y asimila nuevos conocimientos y capacidades. Todo esto fomenta la madurez del alumnado. Así, para el desarrollo de esta competencia, es fundamental su motivación y la confianza en sí mismo.

- Competencias sociales y cívicas (CSC). Esta competencia se fomenta durante todo el desarrollo de la unidad didáctica, mediante la puesta en común de los contenidos de la asignatura. El alumnado comparte su opinión y conclusiones y las debate con el resto del grupo. Para ello, el alumnado debe ser capaz de expresar la opinión propia y tolerar la opinión de los miembros del grupo. Es fundamental el respeto hacia los demás y el mundo que lo rodea. Esta competencia también se desarrolla al resaltar la importancia de la Química en la sociedad, medioambiente e industria y el abordaje de dilemas sociales.
- Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SEIP). Mediante el desarrollo de esta unidad didáctica se busca fomentar las habilidades del alumnado que son necesarias para convertir las ideas en actos, como la creatividad o las capacidades para asumir riesgos y planificar y gestionar proyectos. En la unidad didáctica, el alumnado debe realizar un proyecto por grupos donde se deben tomar decisiones basadas en el conocimiento que poseen sobre el tema e indagar sobre estos conocimientos. El alumnado debe aprender a gestionar, planificar, organizar y plasmar de forma creativa el trabajo individual y en grupo.
- Conciencia y expresiones culturales (CEC). El desarrollo de esta competencia, permite al alumnado reconocer la importancia de la cultura y la expresión mediante el arte. La contextualización de la ciencia permite al alumnado ser consciente de que los descubrimientos y acciones dependen de la época en la que ocurren y de la tecnología, cultura y forma de vida que existe en cada momento. Todo esto, permite reconocer al alumnado el valor del patrimonio natural y cultural que lo rodea.

4.6. Los contenidos

4.6.1. Contenidos de la unidad didáctica

Los contenidos son definidos como el conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que contribuyen al logro de los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa y a la adquisición de competencias. Los contenidos se establecen, para cada materia, en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, donde se organizan en bloques. También se encuentran especificados en la legislación andaluza, en la Orden de 14 julio de 2016.

En la presente unidad didáctica se desarrollan contenidos comprendidos en el Bloque I, denominado *La actividad científica* y en el Bloque III, denominado *Los cambios*, de la materia de Física y Química para 3.º de la ESO.

Tabla 2. Contenidos del Bloque I y del Bloque III

Bloque	Contenidos
I. La actividad científica	- o Importancia de utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación - o El trabajo en el laboratorio - o Proyecto de investigación
III. Los cambios	- o Cambios físicos y cambios químicos - o La reacción química - o Cálculos estequiométricos sencillos - o Ley de conservación de la masa - o Teoría cinético-molecular - o Teoría de colisiones - o La química en la sociedad y el medioambiente

4.7. Metodología

La metodología didáctica se define en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, como “el conjunto de estrategias, procedimientos y acciones organizadas y planificadas por el profesorado, de manera consciente y reflexiva, con la finalidad de posibilitar el aprendizaje del alumnado y el logro de los objetivos planteados”.

En el apartado 4.8., se describe la temporalización, las sesiones y las actividades en profundidad. A continuación, se recoge la metodología empleada en el desarrollo de la presente unidad didáctica:

- Ideas previas. La actividad 1, realizada en la sesión 1, es un cuestionario de ideas previas. Mediante este cuestionario se quiere conocer las ideas previas que presenta el alumnado sobre los conceptos a tratar durante la unidad didáctica. Es fundamental conocer las concepciones alternativas que este presenta sobre el tema a tratar para conseguir un aprendizaje significativo.
- Aprendizaje cooperativo. Esta metodología se desarrolla en la mayor parte de las actividades planteadas en la presente unidad didáctica. El alumnado trabaja las diferentes actividades de forma cooperativa mediante el fomento de debates para llegar a una conclusión grupal, donde se busca el bien del grupo y no del individuo. Además, se desarrolla en las prácticas de laboratorio, donde se trabaja por parejas. De igual forma, se emplea esta metodología en el desarrollo del proyecto de investigación *¡Somos científicos!*, donde se trabaja en grupos, mediante aprendizaje por proyectos. Además, en el desarrollo del proyecto de investigación se trabaja por grupos de expertos o *Puzzle de Aronson*, donde cada miembro de un equipo investiga un tema y lo trabaja con los expertos de los demás grupos. Una vez que todos los expertos de cada tema están formados, comunican lo aprendido al resto de su grupo. De esta forma, todos los miembros del grupo conocen y saben de todos los temas.
- Historia de la ciencia. La actividad 2, desarrollada durante la sesión 1 y la sesión 2, trabaja la historia de la ciencia. Se pretende que el alumnado contextualice la unidad didáctica y reconozca las diferentes formas de interpretar la ciencia durante el transcurso de la historia, dependiendo del contexto cultural y social del momento.
- Aprendizaje por indagación. Esta metodología se pone en práctica en la actividad 2 y en la actividad 5, que son tareas abiertas, donde se plantean ciertas preguntas que el alumnado debe desarrollar. El aprendizaje por indagación se pone de manifiesto en las actividades en las que el alumnado utiliza la *Hoja de ruta* (Anexo IV). En esta hoja, el alumnado plasma las predicciones individuales previas a la actividad. Tras poner en común las diferentes predicciones individuales, se lleva a cabo un debate en grupo y se obtiene una predicción colectiva previa a la actividad. Una vez realizada la actividad o el experimento, se plasma el resultado obtenido y se da una conclusión final. Con esta *Hoja de ruta* se pretende que el alumnado adopte un pensamiento crítico y que sirva de guía para situaciones en el entorno escolar y fuera de él, en la vida cotidiana. Además, esta metodología se desarrolla en el proyecto de investigación *¡Somos científicos!*, en el que se trabaja mediante aprendizaje basado en proyectos.

- Simulaciones por ordenador. Esta metodología está presente en la actividad 6. En esta actividad se trabaja el ajuste de reacciones mediante un simulador perteneciente a *PhET Interactive Simulations*, un proyecto de la Universidad de Colorado Boulder.
- Aprendizaje basado en proyectos. Esta metodología se pone de manifiesto en la actividad 9, un proyecto de investigación llamado *¡Somos científicos!* En esta actividad se plantea un problema real y contextualizado. El alumnado, en el papel de científicos, debe dar soluciones y generar un proyecto final.
- Controversias socio-científicas. Esta metodología se plasma en la realización del proyecto de investigación llamado *¡Somos científicos!* En este, se plantean dos controversias socio-científicas que el alumnado debe trabajar.

4.8. Temporalización y descripción de las sesiones

4.8.1. Contextualización de la unidad didáctica *Las reacciones químicas*

Para la distribución de las unidades didácticas que se trabajarán durante el curso académico 2019-2020, se ha tenido en cuenta el calendario escolar aprobado por el Ayuntamiento de Mengíbar. Durante el curso académico se imparten un total de 72 horas de Física y Química para el curso de 3.º de la ESO. Esta asignatura se imparte en sesiones de una hora, dos sesiones por semana.

La unidad didáctica que se desarrolla en el presente Trabajo de Fin de Máster se desarrolla en diez sesiones de una hora. Esta unidad didáctica se imparte en el segundo trimestre del curso académico. El temario correspondiente a la asignatura de Física y Química de 3.º de la ESO se encuentra dividido en ocho unidades didácticas. La unidad que se expone, *Las reacciones químicas*, es la cuarta unidad didáctica que se trabaja durante el curso académico. A continuación, se recoge la programación estimada para el curso académico 2019-2020 para la asignatura de Física y Química de 3.º de la ESO.

Tabla 3. Temporalización de la programación de 3.º de la ESO

Trimestre	Unidades didácticas	Sesiones
1	Evaluación inicial	2
	1. La actividad científica	4
	2. Los sistemas materiales	10
	3. La estructura atómica de la materia. El Sistema Periódico	8
2	4. Las reacciones químicas	11
	5. Las fuerzas y sus efectos	10

	6. Las fuerzas en la naturaleza	8
3	7. La energía	9
	8. Electricidad. Circuitos eléctricos	9
	Evaluación final	1

4.8.2. Descripción de las sesiones y actividades

En la Tabla 4 se describen de forma detallada las sesiones en las que se desarrollan la presente unidad didáctica. Esta tabla recoge las actividades que se realizan en cada sesión y se detalla, para cada una de ellas, su duración, contenidos objetivos que se persiguen, competencias clave que se trabajan, materiales y recursos utilizados y anexos relacionados. Además, se realiza una descripción exhaustiva de la actividad.

Tabla 4. Descripción detallada de las sesiones, actividades y elementos relacionados

Sesión 1	
Lugar	Clase habitual.
Actividad 1.1.	Ideas previas. Parte I
Duración	20 minutos.
Objetivos	Conocer las ideas previas que presenta el alumnado sobre los contenidos a tratar en la presente unidad didáctica.
Contenidos	Cambios físicos y químicos, velocidad de reacción y ley de conservación de la masa.
Competencias	CCL, CSC.
Materiales y recursos	Material escolar habitual.
Anexos relacionados	Anexo I. Cuestionario de ideas previas sobre reacciones químicas.
Descripción	En esta actividad, el alumnado realiza un cuestionario de ideas previas donde se plasman diferentes conceptos a tratar durante la presente unidad didáctica. Este cuestionario consta de diez preguntas y contiene preguntas tipo test, con cuatro posibles respuestas de las cuales solo una es verdadera y cuestiones abiertas, que el alumnado debe desarrollar. Las respuestas, analizadas por el docente, sirven como punto de partida para elaborar el material y desarrollar los contenidos de la unidad didáctica.

	El cuestionario está basado en estudios que han tratado el tema y han indagado en las principales ideas previas y preconcepciones que tiene el alumnado en niveles académicos similares. Las ideas previas que presente el alumnado sirven referencia a la hora de planificar y tratar los contenidos desarrollados en la presente unidad didáctica.
Actividad 1.2.	Ideas previas. Parte II
Duración	25 minutos.
Objetivos	Diferenciar los cambios físicos y los cambios químicos en función de la formación, o no, de nuevas sustancias.
Contenidos	Cambios físicos y químicos, velocidad de reacción y ley de conservación de la masa.
Competencias	CCL, CSC.
Materiales y recursos	Material escolar habitual.
Anexos relacionados	Anexo I. Cuestionario de ideas previas sobre reacciones químicas.
Descripción	Se corrigen las preguntas de una en una. En primer lugar, un alumno o alumna lee la pregunta y da su respuesta justificando por qué cree que es esa. En segundo lugar, se debate en clase y se escuchan las diferentes respuestas que el alumnado ha dado, siempre justificando el porqué de esa respuesta, hasta llegar a una conclusión grupal. El profesor o profesora guía a los estudiantes durante la puesta en común. Esta actividad sirve como introducción al tema.
Actividad 2.1.	¿Cómo cambiamos nuestra forma de ver las cosas? Parte I
Duración	15 minutos.
Objetivos	Conocer la evolución de la ciencia a lo largo de la historia y cómo influye la época, la cultura y la sociedad del momento en el desarrollo de la misma. Reconocer la importancia de la mujer en la ciencia a lo largo de la historia.
Contenidos	La reacción química. Ley de conservación de la masa. Importancia de utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación.
Competencias	CMCT, CCL, CSC, CEC.
Materiales y recursos	Proyector y material escolar habitual.

Anexos relacionados	Anexo II. ¿Cómo cambiamos nuestra forma de ver las cosas?
Descripción	En la sesión 1 se desarrolla la primera parte de esta actividad. Esta primera parte consiste en la explicación al alumnado de la actividad y metodología a seguir. En primer lugar, se visualiza en clase el vídeo Antoine Lavoisier y el Origen de la Química Moderna. El vídeo trata del cambio en la forma de entender la materia y los cambios que se producen en ella. En primer lugar aparece la figura de Aristóteles y se hace referencia a su teoría de los cuatro elementos. Seguidamente, el vídeo hace referencia a la visión actual y al elevado número de elementos químicos que se conocen. A continuación, el vídeo lanza la pregunta que da nombre a la actividad mientras aparece la figura de Lavoisier, ¿cómo cambiamos nuestra forma de ver las cosas? El vídeo hace referencia a la teoría del flogisto y la figura de Cavendish y el aire deflogisticado. Además, el vídeo narra el experimento con el que Lavoisier y Marie-Anne descubrieron que la materia, durante una reacción química, ni se crea ni se destruye, solo se transforma, es decir, la ley de conservación de la masa. Tras la visualización del vídeo, se le entrega al alumnado la ficha que aparece en el Anexo II, titulada <i>¿Cómo cambiamos nuestra forma de ver las cosas?</i> Esta actividad se trata de una tarea abierta, es decir, el desarrollo de esta depende del alumnado. De esta forma, se fomenta el aprendizaje por indagación por parte del alumnado y la metodología de aula invertida. Además, la actividad se ajusta a los diferentes niveles que presenta el alumnado.
Sesión 2	
Lugar	Clase habitual.
Actividad 2.2.	¿Cómo cambiamos nuestra forma de ver las cosas? Parte II
Duración	30 minutos.
Objetivos	Conocer la evolución de la ciencia a lo largo de la historia y cómo influye la época, la cultura y la sociedad del momento en el desarrollo de la misma. Reconocer la importancia de la mujer en la ciencia a lo largo de la historia.
Contenidos	La reacción química. Ley de conservación de la masa. Importancia de utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación.
Competencias	CMCT, CCL, CSC, CEC.

Materiales y recursos	Proyector y material escolar habitual.
Anexos relacionados	Anexo II. ¿Cómo cambiamos nuestra forma de ver las cosas?
Descripción	En la sesión 2 se desarrolla la segunda parte de esta actividad. La segunda parte consiste en comentar y poner en común las respuestas del alumnado, generando un debate sobre las diferentes cuestiones que se plasman en la ficha que aparece en el Anexo II, titulada <i>¿Cómo cambiamos nuestra forma de ver las cosas?</i> El alumnado debe adjuntar la actividad en el portfolio.
Actividad 3	Cambios físicos y químicos
Duración	30 minutos.
Objetivos	Diferenciar los cambios físicos y los cambios químicos en función de la formación, o no, de nuevas sustancias.
Contenidos	Cambios físicos y químicos.
Competencias	CMCT, CCL, CAA.
Materiales y recursos	Material escolar habitual.
Anexos relacionados	Anexo III. Cambios físicos y cambios químicos.
Descripción	Después de explicar la diferencia entre cambios físicos y cambios químicos y poner diversos ejemplos de la vida cotidiana, el alumnado completa la ficha llamada <i>Cambios físicos y cambios químicos</i>. Mediante esta actividad, el alumnado plasma en qué se parecen ambos cambios y en qué se diferencian. Además, obtiene unos patrones de semejanzas y diferencias significativas y llega a una conclusión final. Con esta actividad se busca guiar al alumnado para que adquiera un aprendizaje significativo sobre estos contenidos y sepa diferenciar los cambios físicos de los cambios químicos que ocurren a su alrededor. Asimismo, se busca que el alumno defina los cambios químicos como el cambio de unas sustancias a otras y que identifique una reacción química como un cambio químico. Posteriormente, se comenta entre todos. Esta ficha se trabaja por parejas. El alumnado debe adjuntar la actividad en el portfolio.

Sesión 3	
Lugar	Laboratorio de Química.
Actividad 4.	La masa ni se crea ni se destruye, solo se transforma
Duración	50 minutos.
Objetivos	Relacionar la ley de conservación de la masa con datos obtenidos a través de la observación y de la experimentación. Comprender la utilidad y el funcionamiento de los materiales e instrumentos básicos de un laboratorio.
Contenidos	Ley de conservación de la masa. El trabajo en el laboratorio.
Competencias	CMCT, CD, CAA.
Materiales y recursos	Bata, guantes y gafas de seguridad, material de laboratorio y material escolar habitual.
Anexos relacionados	Anexo IV. Hoja de ruta. Anexo V. La masa ni se crea ni se destruye, solo se transforma.
Descripción	Esta actividad consiste en la realización de un experimento por parte del alumnado, mediante el cual, se comprueba la ley de conservación de la masa. Para llevar a cabo esta dinámica se entrega al alumnado la ficha llamada <i>La masa ni se crea ni se destruye, solo se transforma</i> que da nombre a esta actividad. Antes de comenzar, se explica al alumnado el método a seguir durante la sesión. En esta sesión se va a trabajar mediante la <i>Hoja de ruta</i>. Esta, consta de diferentes apartados donde el alumnado plasma las predicciones individuales que cada alumna y alumno saca antes de realizar una actividad o experimento. Después, se pone en común las diferentes predicciones individuales, se debate con el resto del grupo y se obtiene una predicción colectiva. Una vez realizada la actividad o el experimento, se plasma el resultado obtenido y se da una conclusión final. El alumnado ya ha trabajado durante el curso mediante esta metodología. El alumnado tiene que completar, durante el desarrollo de la sesión, la conocida <i>Hoja de ruta</i> y la ficha <i>La masa ni se crea ni se destruye, solo se transforma</i> y deben adjuntarlas en el portfolio.

	En esta sesión se trabaja por parejas.
Actividad 5.1.	¿Qué ocurre en el interior de una reacción química?
Duración	10 minutos.
Objetivos	Comprender las reacciones químicas como cambios de unas sustancias en otras debido a una reorganización de los átomos. Explicar las reacciones desde el punto de vista de la teoría cinético-molecular y la teoría de colisiones.
Contenidos	Teoría cinético-molecular. Teoría de colisiones. Importancia de utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación.
Competencias	CMCT, CCL, CAA, SCS.
Materiales y recursos	Material escolar habitual.
Anexos relacionados	Anexo VI. ¿Qué ocurre en el interior de una reacción química?
Descripción	En la sesión 3 se desarrolla la primera parte de esta actividad. Se reparte al alumnado la ficha que da nombre a esta actividad, llamada <i>¿Qué ocurre en el interior de una reacción química?</i> Se explica la forma de trabajar que se va a llevar a cabo. El alumnado tiene que realizar un ejercicio de investigación e indagar sobre las cuestiones planteadas sobre la teoría cinético-molecular y la teoría de colisiones. Además, tiene que visualizar el vídeo que se indica en la ficha para poder responder a las cuestiones.
Sesión 4	
Lugar	Clase habitual.
Actividad 5.2.	¿Qué ocurre en el interior de una reacción química?
Duración	20 minutos.
Objetivos	Comprender las reacciones químicas como cambios de unas sustancias en otras debido a una reorganización de los átomos. Explicar las reacciones desde el punto de vista de la teoría cinético-molecular y la teoría de colisiones.
Contenidos	Teoría cinético-molecular. Teoría de colisiones.
Competencias	CMCT, CCL, CAA, SCS.

Materiales y recursos	Material escolar habitual.
Anexos relacionados	Anexo VI. ¿Qué ocurre en el interior de una reacción química?
Descripción	En la sesión 4 se desarrolla la segunda parte de esta actividad. La segunda parte consiste en comentar y en la puesta en común de las respuestas del alumnado, generando un debate sobre las diferentes cuestiones que se plasman en la ficha <i>¿Qué ocurre en el interior de una reacción química?</i> El alumnado debe adjuntar la actividad en el portfolio.
Actividad 6.	Ajuste de reacciones químicas
Duración	40 minutos.
Objetivos	Interpretar las reacciones químicas a partir de su representación mediante ecuaciones químicas.
Contenidos	La reacción química. Importancia de utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación.
Competencias	CMCT.
Materiales y recursos	Ordenadores con conexión a Internet y material escolar habitual.
Anexos relacionados	Anexo VII. Ajuste de reacciones químicas.
Descripción	Esta actividad se desarrolla mediante una simulación por ordenador para aprender a ajustar reacciones químicas. En primer lugar, se explica cómo funciona el simulador, como procede en el anexo VII. Ajuste de reacciones químicas. El alumnado debe realizar el ajuste de las reacciones químicas que aparecen en la simulación e introducir el resultado en el portfolio. Esta actividad se desarrolla individualmente.
Sesión 5	
Lugar	Laboratorio de Química.
Actividad 7.	Velocidad de una reacción química.
Duración	60 minutos.

Objetivos	Interpretar la velocidad de una reacción química y los factores que influyen en esta. Comprender la utilidad y el funcionamiento de los materiales e instrumentos básicos de un laboratorio.
Contenidos	La reacción química. El trabajo en el laboratorio. Importancia de utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación.
Competencias	CMCT, CAA.
Materiales y recursos	Bata, guantes y gafas de seguridad, material de laboratorio y material escolar habitual.
Anexos relacionados	Anexo IV. Hoja de ruta. Anexo VIII. Velocidad de una reacción química.
Descripción	Esta actividad consiste en la realización de una serie de experimentos por parte del alumnado. Mediante estos, se estudia la velocidad de una reacción química y los factores que influyen en esta. Para llevar a cabo esta dinámica se entrega al alumnado la ficha llamada <i>Velocidad de una reacción química</i>, que da nombre a esta actividad. Antes de comenzar, se explica al alumnado el método a seguir durante la sesión. En esta sesión se va a trabajar mediante la <i>Hoja de ruta</i>. El alumnado tiene que completar, durante el desarrollo de la sesión, la conocida <i>Hoja de ruta</i> y la ficha <i>Velocidad de una reacción química</i>. Posteriormente debe adjuntarlas en el portfolio y llevar a cabo una actividad de investigación para completar una de las cuestiones de dicha ficha. En esta sesión se trabaja por parejas.
Sesión 6	
Lugar	Clase habitual.
Actividad 8.	Relación de ejercicios de estequiometría
Duración	60 minutos.
Objetivos	Resolver cálculos estequiométricos sencillos.
Contenidos	Cálculos estequiométricos sencillos.
Competencias	CMCT.

Materiales y recursos	Material escolar habitual.
Anexos relacionados	Anexo IX. Cálculos estequiométricos.
Descripción	Durante esta sesión se explican los cálculos estequiométricos sencillos. Para ello, se explica el concepto de cantidad de sustancia. Una vez explicados estos contenidos y realizado algunos ejemplos, el alumnado realiza los ejercicios propuestos en la ficha llamada <i>Relación de ejercicios de estequiometría</i>. Esta relación de ejercicios se trabaja por grupos formales. Una vez realizada, se corrige en clase. El alumnado debe adjuntarla en el portfolio.
Sesión 7,8 y 9	
Lugar	Clase habitual.
Actividad 9.1.	Proyecto de investigación
Duración	60 minutos.
Objetivos	Valorar la importancia de la química en la sociedad, en el medioambiente y en la industria. Desarrollar competencias asociadas a la realización de trabajos de investigación sobre el tema objeto de estudio.
Contenidos	Proyecto de investigación. Importancia de utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. La química en la sociedad y el medioambiente.
Competencias	CMCT, CCL, CD, CAA, CSC, SEIP.
Materiales y recursos	Material escolar habitual.
Anexos relacionados	Anexo X. Proyecto de investigación. Anexo XII. Rúbrica para la autoevaluación y coevaluación del proyecto de investigación
Descripción	Esta actividad se desarrolla a lo largo de tres sesiones en las que el alumnado trabaja y desarrolla el proyecto de investigación. El papel del profesor es la de guiar durante la actividad en el caso de que sea necesario y resolver las dudas que se presenten.

	Esta actividad consiste en el desarrollo de un proyecto por parte del alumnado, basado en el aprendizaje basado en proyectos y se trabaja mediante grupos de expertos. Además, una parte de los contenidos a tratar se trabaja mediante controversias socio-científicas. En primer lugar, se explica en qué consiste y de qué trata este proyecto. El alumnado es un grupo de científicos y una empresa, llamada <i>Quimiciencia</i>, contacta con ellos porque necesita su ayuda. El profesorado lee el correo electrónico que la empresa ha mandado y pone en situación al alumnado. El contexto de la actividad está relacionado con la crisis sanitaria provocada por la COVID-19, un tema de suma y vital importancia en la sociedad. Se ha elegido este tema para que el alumnado reconozca la importancia de la ciencia en la vida cotidiana, notablemente durante la pandemia. El fin del grupo de científicos es investigar sobre varios temas: la controversia de si producir gel hidroalcohólico en casa es recomendable y saludable, la importancia de la Química en la sociedad, medioambiente e industria y, sobre todo, en la investigación de la COVID-19. Además, el alumnado debe investigar sobre los principales problemas medioambientales, sus causas y posibles alternativas y soluciones. Así, se puede analizar los riesgos medioambientales que presenta la actividad de esta empresa. La empresa cuenta con cinco sedes, por lo que el alumnado se divide en grupos. Cada grupo está formado por seis alumnos e irá a una sede diferente a desarrollar su función. Cada uno de los alumnos del grupo de científicos se hará experto en un tema a tratar y trabajará con el resto de expertos en ese tema de los otros grupos. Una vez se hayan formados los expertos, estos deben formar al resto de su grupo en su temática. El alumnado debe preparar una presentación en la que expongan su proyecto al equipo directivo de <i>Quimiciencia</i>.
Sesión 10	
Lugar	Clase habitual.
Actividad 9.2.	Exposición proyecto de investigación
Duración	60 minutos.
Objetivos	Valorar la importancia de la química en la sociedad, en el

	medioambiente y en la industria. Realizar trabajos de investigación sobre el tema objeto de estudio.
Contenidos	Proyecto de investigación. Importancia de utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. La química en la sociedad y el medioambiente.
Competencias	CMCT, CCL, CD, CAA, CSC, SEIP.
Materiales y recursos	Material escolar habitual.
Anexos relacionados	Anexo X. Proyecto de investigación. Anexo XII. Rúbrica para la autoevaluación y coevaluación del proyecto de investigación
Descripción	Cada grupo de científicos, de cada sede, presenta su proyecto al equipo directivo de <i>Quimiciencia</i> . Durante esta sesión se realiza la exposición del proyecto de cada grupo y se realiza la evaluación por el resto del alumnado y por el profesorado.

Sesión 11	
Lugar	Clase habitual.
Actividad 10.	Examen
Duración	60 minutos.
Objetivos	Diferenciar los cambios físicos y los cambios químicos en función de la formación, o no, de nuevas sustancias. Comprender las reacciones químicas como cambios de unas sustancias en otras debido a una reorganización de los átomos. Explicar las reacciones químicas desde el punto de vista de la teoría cinético-molecular y la teoría de colisiones. Interpretar las reacciones químicas a partir de su representación mediante ecuaciones químicas. Resolver cálculos estequiométricos sencillos. Interpretar la velocidad de una reacción química y los factores que influyen en esta.
Contenidos	Cambios físicos y cambios químicos. La reacción química. Cálculos

	estequiométricos sencillos. Ley de conservación de la masa. Teoría cinético-molecular. Teoría de colisiones.
Competencias	CMCT, CCL, CAA.
Materiales y recursos	Material escolar habitual.
Anexos relacionados	Anexo XI. Examen del tema <i>Las reacciones químicas</i> .
Descripción	En esta sesión se realiza el examen correspondiente a la unidad didáctica <i>Las reacciones químicas</i> .

4.9. Evaluación

En el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, se relacionan los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje. Además, en la Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado, se establece la relación entre los criterios de evaluación y las competencias clave.

La evaluación del aprendizaje del alumnado debe ser continua, formativa e integradora. Para llevar a cabo la evaluación, es necesario realizar diferentes prácticas docentes, problemas y proyectos, mediante metodologías innovadoras. Los criterios de evaluación se presentan como el referente más completo.

4.9.1. Criterios de evaluación

4.9.1.1. Criterios de evaluación del Bloque I: La actividad científica

- C.E.1.5. Interpretar la información sobre temas científicos de carácter divulgativo que aparece en publicaciones y medios de comunicación.
- C.E.1.6. Desarrollar pequeños trabajos de investigación en los que se ponga en práctica la aplicación del método científico y la utilización de las TIC.

4.9.1.2. Criterios de evaluación del Bloque III: Los cambios

- C.E.3.1. Distinguir entre cambios físicos y químicos mediante la realización de experiencias sencillas que pongan de manifiesto si se forman o no nuevas sustancias.

- C.E.3.2. Caracterizar las reacciones químicas como cambios de unas sustancias en otras.
- C.E.3.3. Describir a nivel molecular el proceso por el cual los reactivos se transforman en productos en términos de la teoría de colisiones.
- C.E.3.4. Deducir la ley de conservación de la masa y reconocer reactivos y productos a través de experiencias sencillas en el laboratorio y/o de simulaciones por ordenador.
- C.E.3.5. Comprobar mediante experiencias sencillas de laboratorio la influencia de determinados factores en la velocidad de las reacciones químicas.
- C.E.3.6. Reconocer la importancia de la química en la obtención de nuevas sustancias y su importancia en la mejora de la calidad de vida de las personas.
- C.E.3.7. Valorar la importancia de la industria química en la sociedad y su influencia en el medioambiente.

4.9.2. Estándares de aprendizaje

4.9.2.1. Estándares de aprendizaje del Bloque I: La actividad científica

- E.A.1.5.1. Selecciona, comprende e interpreta información relevante en un texto de divulgación científica y transmite las conclusiones obtenidas utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad.
- E.A.1.6.1. Realiza pequeños trabajos de investigación sobre algún tema objeto de estudio aplicando el método científico y utilizando las TIC para la búsqueda y selección de información y presentación de conclusiones.
- E.A.1.6.2. Participa, valora, gestiona y respeta el trabajo individual y en equipo.

4.9.2.2. Estándares de aprendizaje del Bloque III: Los cambios

- E.A.3.1.1 Distingue entre cambios físicos y químicos en acciones de la vida cotidiana en función de que haya o no formación de nuevas sustancias.
- E.A.3.2.1. Identifica cuáles son los reactivos y los productos de reacciones químicas sencillas interpretando la representación esquemática de una reacción química.
- E.A.3.3.1. Representa e interpreta una reacción química a partir de la teoría atómico-molecular y la teoría de colisiones.
- E.A.3.4.1. Reconoce cuáles son los reactivos y los productos a partir de la representación de reacciones químicas sencillas y comprueba experimentalmente que se cumple la ley de conservación de la masa.

- E.A.3.5.1. Propone el desarrollo de un experimento sencillo que permita comprobar experimentalmente el efecto de la concentración de los reactivos en la velocidad de formación de los productos de una reacción química, justificando este efecto en términos de la teoría de colisiones.
- E.A.3.5.2. Interpreta situaciones cotidianas en las que la temperatura influye significativamente en la velocidad de la reacción.
- E.A.3.6.2. Identifica y asocia productos procedentes de la industria química con su contribución a la mejora de la calidad de vida de las personas.
- E.A.3.7.1. Describe el impacto medioambiental del dióxido de carbono, los óxidos de azufre, los óxidos de nitrógeno y los CFC y otros gases de efecto invernadero relacionándolo con los problemas medioambientales de ámbito global.
- E.A.3.7.2. Propone medidas y actitudes, a nivel individual y colectivo, para mitigar los problemas medioambientales de importancia global.
- E.A.3.7.3. Defiende razonadamente la influencia que el desarrollo de la industria química ha tenido en el progreso de la sociedad, a partir de fuentes científicas de distinta procedencia.

4.9.3. Relación entre actividades, criterios de evaluación y competencias clave

Las actividades realizadas durante el desarrollo de la presente unidad didáctica, están asociadas a los contenidos específicos para esta propuesta didáctica. A su vez, estas actividades están asociadas a los criterios de evaluación que determina la normativa. De igual forma, estos criterios de evaluación se asocian a las competencias clave. A continuación, se muestra la relación entre las actividades realizadas durante el desarrollo de la unidad didáctica, los criterios de evaluación y las competencias clave asociadas.

Tabla 5. Relación entre las actividades, los criterios de evaluación y las competencias clave

Actividad	Criterios de evaluación	Competencias clave						
		CMCT	CCL	CD	CAA	CSC	SEIP	CEC
2. ¿Cómo cambiamos nuestra forma de ver las cosas?	1.5		x			x		
	3.2	x						x
3. Cambios físicos y químicos	3.1	x	x		x			
	3.2	x						
4. La masa ni se crea ni se	3.4	x		x	x			

destruye, solo se transforma	3.2	x						
5. ¿Qué ocurre en el interior de una reacción química?	1.5		x			x		
	3.2	x						
	3.3	x	x		x			
6. Ajustes de reacciones químicas	3.2	x						
7. Velocidad de una reacción química	3.5	x			x			
8. Cálculos estequiométricos	3.2	x						
9. Proyecto de investigación	1.5		x			x		
	1.6	x	x	x			x	
	3.6		x		x	x		
	3.7		x		x	x		
10. Examen	3.1	x	x					
	3.2	x	x		x			
	3.4	x	x		x			
	3.5	x	x		x			

4.9.4. Instrumentos de evaluación

En la presente unidad didáctica, la evaluación se basa en 5 instrumentos de evaluación:

- Actividades (30 %). Las diferentes actividades realizadas por el alumnado y que deben introducir en el portfolio, constituyen el 25 % de la nota final. El portfolio es revisado periódicamente por el profesorado.
- Registro de observación (10 %). La evolución durante el desarrollo de las diferentes actividades y la actitud que presenta el alumnado respecto a la actividad y al resto de alumnado, constituye el 25 % de la nota final.
- Proyecto de investigación (25 %). El trabajo realizado durante el desarrollo del proyecto de investigación, así como la exposición final del mismo, constituyen el 30 % de la nota final.
- Auto y coevaluación (10 %). El alumnado evalúa tanto la exposición de su proyecto de investigación, como la del resto del alumnado, mediante una rúbrica (Anexo XII) que constituye el 10 % de la nota final. Permitir evaluar al

alumnado, incentiva la adquisición de una actitud crítica y activa, por parte de este, frente al proyecto.

- Examen. El examen de los contenidos desarrollados en la unidad didáctica, constituye en 30 % de la nota final.

A continuación, se muestra la relación de los instrumentos de evaluación y su ponderación, con los diferentes estándares de evaluación que se pretenden evaluar, asociados a los criterios de evaluación y a las competencias clave.

Tabla 6. Evaluación de la unidad didáctica

Criterios de evaluación	Competencias clave	Estándares de aprendizaje	% Instrumento				
			Actividades (portfolio)	Registro de observación	Proyecto investigación	Auto y coevaluación	Examen
1.5	CCL, CSC	1.5.1	5	1	2.5		
1.6	CMCT, CCL, CD, SIEP	1.6.1			2.5	2	
3.1	CMCT, CCL, CAA	3.1.1	5	1			5
3.2	CMCT, CEC	3.2.1	5	1			10
3.3	CMCT, CCL,CAA	3.3.1	5	1			5
3.4	CMCT, CD, CAA	3.4.1	5	1			5
3.5	CMCT, CAA	3.5.1	2.5				
		3.5.2	2.5	1			5
3.6	CCL, CAA, CSC	3.6.2		1	5		
3.7	CCL, CAA, CSC	3.7.1		1	5	1	
		3.7.2		1	5	1	
		3.7.3		1	5	1	
Calificación de instrumentos			30	10	25	5	30

4.10. Elementos transversales

El currículo debe incluir y tratar específicamente, en las materias de la Educación Secundaria Obligatoria que se vinculen directamente con los mismos de manera transversal, los elementos establecidos en el artículo 6 del Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía y en el artículo 3 de Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

En esta unidad didáctica se tratan los siguientes elementos transversales:

- Las habilidades sociales se desarrollan mediante el trabajo cooperativo y el trabajo en grupo, donde el alumnado expresa sus ideas y opiniones con respeto hacia los demás. De igual modo, el resto del alumnado respeta el turno de palabra y las diferentes opiniones aportadas. De esta forma, el alumnado reconoce la diversidad de opiniones y pensamientos que presentan las diferentes personas y reconocen la libertad de pensamiento y opinión de cada una de ellas.
- El respeto hacia los demás, la tolerancia, la empatía y la autoestima, entre otros valores, están presentes continuamente en el desarrollo de la presente unidad didáctica. Estos valores son fundamentales para el adecuado desarrollo personal del alumnado, tanto de forma individual, como en sociedad. De esta forma, se fomenta el rechazo a cualquier tipo de discriminación.
- El reconocimiento de la igualdad entre hombres y mujeres se fomenta durante el desarrollo de la unidad didáctica. En las actividades planteadas, se trabaja el reconocimiento del papel de la mujer en la historia de la ciencia.
- El uso adecuado y de forma crítica de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, se desarrolla durante las actividades que requieren de estas herramientas. Es fundamental para el desarrollo del alumnado, aprender a hacer un uso racional y moderado de estas tecnologías, de forma que se puedan prevenir situaciones de riesgo.
- La concienciación del alumnado sobre cuestiones que afectan a la sociedad y al medioambiente y el fomento de una postura activa para contribuir a mejorar estas situaciones.

4.11. Atención a la diversidad

La atención a la diversidad se recoge en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato; así como en la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre,

para la mejora de la calidad educativa. Además, se recoge en el Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía; así como en la Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado.

El alumnado que conforma esta clase no presenta necesidades específicas de apoyo educativo. En el caso de que el alumnado presentara estas necesidades o que durante el desarrollo del curso escolar, ingresara a la clase, se realizaría adaptación curricular pertinente.

Con la diferente metodología empleada en el desarrollo de la presente unidad didáctica, se consigue atender a los diferentes ritmos de aprendizaje que presenta el alumnado. Las actividades abiertas, al igual que el aprendizaje cooperativo por indagación y por proyectos, permiten a este desarrollar más o menos la actividad dependiendo de los diferentes ritmos.

4.12. Innovación en la enseñanza de las ciencias

Para conseguir que el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias sea significativo, es necesario realizar investigaciones en este campo que permitan desarrollar metodologías que consigan este propósito, sobre todo, comprobar los efectos y resultados que tienen en el alumnado.

Existen numerosos proyectos de investigación en la enseñanza de las ciencias. Entre ellos, se encuentra el proyecto PARRISE. Este proyecto tiene como objetivo principal promover la alfabetización científica mediante el aprendizaje basado en la indagación y el uso de cuestiones socio-científicas, integrando los problemas sociales y el conocimiento científico relacionado. Este proyecto recopila y comparte las mejores prácticas existentes en Europa y desarrolla herramientas de aprendizaje, materiales y cursos para profesores (PARRISE 2014).

El proyecto IncluSMe tiene como principal objetivo aumentar la calidad de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, vinculando el conocimiento científico con los diferentes contextos socio-culturales y diversidad que presenta el alumnado. Así se logra fortalecer las competencias sociales, cívicas y culturales (IncluSMe, 2016).

Este trabajo está inspirado en parte en dichos proyectos, de modo que presta atención al contexto socio-cultural en el que se desarrolla el aprendizaje e integra la indagación y el uso de controversias socio-científicas como enfoques de interés para promover la implicación del alumnado y su alfabetización científica.

5. CONCLUSIONES

Tras consultar los estudios científicos publicados sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, son numerosos los estudios que indican que el alumnado presenta diversas ideas previas o alternativas del contenido científico a tratar. Estos concluyen que el alumnado, debido a esto, confunde términos como elemento, compuesto, sustancia y mezcla. Asimismo, presenta dificultad para distinguir entre cambios físicos y cambios químicos. Por tanto, es fundamental conocer estas ideas previas o alternativas para conseguir un aprendizaje significativo.

También es esencial, para conseguir un aprendizaje significativo, sustentar la enseñanza-aprendizaje en metodologías innovadoras que permitan al alumnado adoptar una actitud crítica y activa frente a los contenidos a desarrollar. Además, estas metodologías permiten al alumnado contextualizar los contenidos y fomentar su motivación. Las metodologías puestas en marcha en la presente unidad didáctica son: la historia de la ciencia, el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje por indagación, el aprendizaje basado en proyectos, las controversias socio-científicas y las simulaciones por ordenador.

El desarrollo de esta unidad didáctica se fundamenta en los elementos curriculares, que garantizan la coherencia interna entre los objetivos, contenidos y competencias clave a desarrollar.

Es muy importante realizar el proceso de enseñanza-aprendizaje desde una postura activa, que permita al alumnado conectar los contenidos científicos con la vida cotidiana. Así como reconocer la importancia de la ciencia en la sociedad, en el medioambiente y en la industria. De esta forma, el aprendizaje de los contenidos científicos es algo real y cercano, no abstracto.

La realización del presente Trabajo de Fin de Máster me ha permitido conocer diversas metodologías innovadoras que mejoran el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, la importancia de las ideas previas que presenta el alumnado sobre los contenidos a tratar, así como la realización de una proyección didáctica coherente y sustentada en la legislación vigente.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Abbas, H. H., Elbashir, A. A., & Aboul-Enein, H. Y. (2015). Chromatographic methods for analysis of triazine herbicides. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 45(3), 226-240. <https://doi.org/10.1080/10408347.2014.927731>
- Acevedo, J. A., Vázquez, Á., Martín, M., Oliva, J. M., Acevedo, P., Paixão, M. F., & Manassero, M. A. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias.*, 2(2), 121-140. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2005.v2.i2.01
- Álvarez Lires, M., Arias Correa, A., Pérez Rodríguez, U., & Serrallé Marzoa, J. F. (2013). La historia de las ciencias en el desarrollo de competencias científicas. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(1), 213-233. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n1.622>
- Asimov, I. (2003). *Breve historia de la química: Introducción a las ideas y conceptos de la química*. Alianza.
- Benarroch Benarroch, A. (2000). *El desarrollo cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpuscular de la materia*. 18(2), 235-246.
- Brown, T. L., LeMay, H. E. J., Murphy, C. J., Bursten, B. E., & Woodward, P. M. (2014). *Química: La ciencia central* (12^a ed). Naucalpan de Juárez (México): Pearson Educación.
- Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. (2007). Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: Una perspectiva desde las ciencias de la tierra. *Revista Digital Universitaria*, 8(10), 11.
- Cabrera-Di-Piramo, C., & Davyt, A. (2015). Aprendizaje cooperativo en estudiantes de ciencias exactas y naturales: El "Programa Compromiso Educativo". *Revista Iberoamericana de Educación*, 67(1), 203-216.
- Campanario, J. M. (1998). Ventajas e inconvenientes de la Historia de la Ciencia como recurso en la enseñanza de las ciencias. *Revista de Enseñanza de la Física*, 11(1), 5-14.

- Campanario, J. M., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(2), 179-192.
- Campanario, J. M., & Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 18(2), 155-169.
- Castro García, E., Gómez Fernández, P., & Llavona Díaz, L. (2012). La historia de la ciencia como recurso didáctico en Física y Química desde un punto de vista constructivista. *Tiempo y sociedad*, 8, 68-88.
- Chamizo, J. A. (2011). La imagen pública de la química. *Educación Química*, 22(4), 320-331. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30152-6](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30152-6)
- Chang, R., & Goldsby, K. A. (2017). *Química* (12.^a ed.). McGraw-Hill. http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=6746
- Coştu, B., Ayas, A., & Niaz, M. (2010). Promoting conceptual change in first year students' understanding of evaporation. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(1), 5-16. <https://doi.org/10.1039/C001041N>
- Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, núm. 122, 28 de junio de 2016, 27-45.
- De la Cruz González, N. (2013). *Estudio de la eliminación de contaminantes emergentes en aguas mediante Procesos de Oxidación Avanzados*. <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/66864>
- Díaz Moreno, N., & Rut Jiménez-Lis, M. (2012). Las controversias sociocientíficas: Temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 54-70.

- Domènech Casal, J. (2017). Aprendizaje basado en proyectos y competencia científica. Experiencias y propuestas para el método de estudios de caso. *Enseñanza de las ciencias, Extra*, 5177-5184.
- Domènech-Casal, J. (2018). Comprender, Decidir y Actuar: Una propuesta-marco de Competencia Científica para la Ciudadanía. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 15(1), 1-12.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1105
- Fuentes-López, L., Amézquita-Marroquín, C., & Torres-Lozada, P. (2018). Application of double filtration with granular activated carbon for Atrazine reduction on water treatment processes. *DYNA*, 85(205), 184-190.
<https://doi.org/10.15446/dyna.v85n205.68503>
- Furió Más, C., & Domínguez Sales, M. C. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 25(2), 241-258.
- Galagovsky, L. R. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable: Parte 1, el modelo teórico. *Enseñanza de las ciencias*, 22(2), 229-240.
- Gallego Badillo, R., Pérez Miranda, R., & Gallego Torres, A. P. (2009). *Una aproximación histórico epistemológica a las leyes fundamentales de la Química*. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 359-375.
- Gomes-Vieira, A. L., Wideman, J. G., Paes-Vieira, L., Gomes, S. L., Richards, T. A., & Meyer-Fernandes, J. R. (2018). Evolutionary conservation of a core fungal phosphate homeostasis pathway coupled to development in *Blastocladiella emersonii*. *Fungal Genetics and Biology*, 115, 20-32.
<https://doi.org/10.1016/j.fgb.2018.04.004>
- Gómez Crespo, M. Á. (1996). Ideas y dificultades en el aprendizaje de la química. *Alambique : didáctica de las ciencias experimentales*, 3(7), 37-44.
- González Rodríguez, L., & Crujeiras Pérez, B. (2016). *Aprendizaje de las reacciones químicas a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana*. 34(3), 143-160.

- Herrada Valverde, R. I., & Baños Navarro, R. (2018). Revisión de experiencias de aprendizaje cooperativo en ciencias experimentales. *Campo Abierto. Revista de Educación*, 37(2), 157-170.
- Hughes, T. P., Kerry, J. T., Álvarez-Noriega, M., Álvarez-Romero, J. G., Anderson, K. D., Baird, A. H., Babcock, R. C., Beger, M., Bellwood, D. R., Berkelmans, R., Bridge, T. C., Butler, I. R., Byrne, M., Cantin, N. E., Comeau, S., Connolly, S. R., Cumming, G. S., Dalton, S. J., Diaz-Pulido, G., ... Wilson, S. K. (2017). Global warming and recurrent mass bleaching of corals. *Nature*, 543(7645), 373-377. <https://doi.org/10.1038/nature21707>
- IncluSMe (2016) Intercultural learning in science and mathematics education. IncluSMe is co-funded by the Erasmus+ programme of the European Union. Último acceso el 11 de mayo de 2020 desde <https://inclusme-project.eu/>
- IUPAC. (2019). *IUPAC - atom (A00493)*. <https://doi.org/10.1351/goldbook.A00493>
- Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. Editorial Santillana, S. A. <https://docplayer.es/69481211-Mas-alla-de-las-apariencias-ideas-previas-de-los-estudiantes-sobre-conceptos-basicos-de-quimica.html>
- Landau, L., Ricchi, G., & Torres, N. (2014). Disoluciones: ¿Contribuye la experimentación a un aprendizaje significativo? *Educación Química*, 25(1), 21-29. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70519-1](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70519-1)
- Lecaille, C. (1994). *El Flogisto. Ascenso y caída de la primera gran teoría química*. 34, 4-10.
- LeDoux, M. (2011). Analytical methods applied to the determination of pesticide residues in foods of animal origin. A review of the past two decades. *Journal of Chromatography A*, 1218(8), 1021-1036. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2010.12.097>
- León-del Barco, B., Gozalo Delgado, M., & Vicente Castro, F. (2004). Factores interpersonales que condicionan la eficacia del aprendizaje cooperativo. El papel de las habilidades sociales. *Ciencia Psicológica*, 9, 79-92.

- Levine, I. N. (2014). *Principios de fisicoquímica* (6.^a ed.). McGraw-Hill.
http://www.ingebook.com.ujaen.debiblio.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=4441
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Boletín Oficial del Estado, num. 295, de 10 de diciembre de 2013, 97858-97921.
- López González, W. O., & Vivas Calderón, F. (2009). Estudio de las preconcepciones sobre los cambios físicos y químicos de la materia en alumnos de noveno grado. *Educere: Revista Venezolana de Educación*, 45, 491-499.
- Martin-Hansen, L. (2002). Defining inquiry. *The Science Teacher*, 69(2), 34-37.
- Masiá, A., Campo, J., Vázquez-Roig, P., Blasco, C., & Picó, Y. (2013). Screening of currently used pesticides in water, sediments and biota of the Guadalquivir River Basin (Spain). *Journal of Hazardous Materials*, 263 Pt 1, 95-104.
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2013.09.035>
- Montagut Bosque, P. (2010). Los procesos de enseñanza y aprendizaje del lenguaje de la química en estudiantes universitarios. *Educación Química*, 21(2), 126-138.
[https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30162-9](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30162-9)
- Moreno Martínez, L. (2015). La evolución histórica de la Química y su utilidad didáctica. *Anales de Química*, 111(4), Article 4.
<http://gestion.analesdequimica.es/index.php/AnalesQuimica/article/view/779>
- Mulet Hing, L. N., & Hing Cortón, R. (2008). *La historia de la química y el desarrollo de la sociedad*. XVIII (3), 15-27.
- Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, num. 144, de 28 de julio de 2016, 108-396.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación

primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. Boletín Oficial del Estado, num. 25, de 29 de enero de 2015, 6986-7003.

PARRISE (2014) Promoting Attainment of Responsible Research and Innovation in Science Education. PARRISE is funded by the European Commission (FP7, Science in Society programme). Último acceso el 11 de mayo de 2020 desde <http://www.parrise.eu/>

Petrucchi, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., & Bissonnette, C. (2011). *Química General* (10.^a ed.). Pearson Educación, S.A.

Pozo, J. A., Sanz, A., Crespo, M. A. G., & Limón, M. (1991). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: Una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 9(1), 83-94.

Prolongo, M. L., & Pinto, G. (2010). Las Bebidas autocalentables y autoenfriables como recursos para un aprendizaje activo. *Educació Química: EduQ*, 7, 4-14. <https://doi.org/10.2436/20.2003.02.50>

Rasheed, T., Bilal, M., Nabeel, F., Adeel, M., & Iqbal, H. M. N. (2019). Environmentally-related contaminants of high concern: Potential sources and analytical modalities for detection, quantification, and treatment. *Environment International*, 122, 52-66. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.11.038>

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, num. 3, de 3 de enero de 2015, 169-546.

Rodríguez González, N. (2016). *Determinación de triazinas en medio marino*. <http://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/18405>

Rodríguez-Rivero, Y., Molina-Padrón, V., Martínez-Rodríguez, M., & Molina-Rodríguez, J. (2014). El proceso enseñanza-aprendizaje de la Química General con el empleo de laboratorios virtuales. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 5(1), 67-79.

Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre*

enseñanza y divulgación de las ciencias, 14(2), 286-299.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.01

Romero-Ariza, M., & Quesada, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(1), 101-115.

Rosales, E. (2005). *Química 1 para bachillerato*. México: Limusa Noriega Editores.

Sánchez-Benítez, A., García Herrera, R., Barriopedro, D., Sousa, P. M., & Trigo, R. M. (2018). *Global warming impacts in mega-heatwaves*.
<https://digital.csic.es/handle/10261/190422>

Sanmarti Puig, N., & Márquez Bargalló, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: Del contexto a la acción. *Apice*, 1(1), 3-16.

Solbes, J., & Traver, M. J. (1996). La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 14(1), 103–112.

Trinidad Velasco, R., & Garritz, A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación Química*, 14(2), 72-85. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2003.2.66255>

Velasco, J. J., & Buteler, L. M. (2017). Simulaciones computacionales en la enseñanza de la física: Una revisión crítica de los últimos años. *Enseñanza de Las Ciencias*, 35(2), 161-178. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2117>

7. ANEXOS

Anexo I. Cuestionario de ideas previas sobre reacciones químicas.

Completa el siguiente cuestionario de forma individual.

1. Si quemamos un papel se estará produciendo:
 - a) Un cambio físico.
 - b) No ocurrirá ningún cambio.
 - c) Un cambio químico.
 - d) Ninguna de las respuestas anteriores.
2. Si agregamos sal a un vaso con agua tendrá lugar:
 - a) Un cambio químico.
 - b) No ocurrirá ningún cambio.
 - c) Un cambio físico.
 - d) Ninguna de las respuestas anteriores.
3. El proceso de derretir mantequilla se trata de:
 - a) Un cambio físico.
 - b) No ocurre ningún cambio.
 - c) Un cambio químico.
 - d) Ninguna de las respuestas anteriores.
4. Un cambio físico tiene lugar cuando:
 - a) Disolvemos una sustancia en otra.
 - b) Obtenemos nuevas sustancias.
 - c) Cambiamos el estado de agregación de las sustancias.
 - d) Ninguna de las anteriores.
5. Un cambio químico tiene lugar cuando:
 - a) Disolvemos una sustancia en otra.
 - b) Obtenemos nuevas sustancias.
 - c) Cambiamos el estado de agregación de las sustancias.
 - d) Ninguna de las anteriores.

6. Cuando se produce una reacción química
 - a) La cantidad de materia antes de la reacción es mayor que después de producirse la reacción.
 - b) La cantidad de materia antes de la reacción es menor que después de producirse la reacción.
 - c) La cantidad de materia antes y después de la reacción no varía.
 - d) La cantidad de materia antes de la reacción puede ser mayor o menor que después de la reacción, depende de la reacción que se lleve a cabo.
7. ¿Cómo puedes hacer que una reacción química se produzca más rápido?
 - a) Animándola.
 - b) Subiendo la temperatura.
 - c) Agitando el frasco.
 - d) Ninguna de las anteriores.
8. Introducimos unas plantas y unos papeles dentro de un recipiente hermético, del que no sale el aire. Si el contenido del recipiente arde, manteniéndose el recipiente intacto, ¿permanece la masa constante antes y después? ¿Por qué?
9. Explica con tus palabras qué es un cambio físico y pon tres ejemplos.
10. Explica con tus palabras qué es un cambio químico y pon tres ejemplos.

Bibliografía consultada para la realización del cuestionario de ideas previas.

Niño, L. M., & Torres, R. Á. (2013). ¿Qué saben los alumnos de Primaria sobre los sistemas materiales y los cambios químicos y físicos? *Campo Abierto. Revista de Educación*, 32(1), 11-33.

Dávila Acedo, M., Sánchez Martín, J., & Borrachero Cortés, A. B. (2017). Las ideas previas sobre cambios físicos y químicos de la materia y las emociones en alumnos de Educación Secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 3977-3984.

Coca, D. M. (2013). ¿Cómo afrontan los alumnos en secundaria las reacciones químicas? *Aula de Encuentro*, 15.

Anexo II. ¿Cómo cambiamos nuestra forma de ver las cosas?

¿Cómo cambiamos nuestra forma de ver las cosas?

Antoine Lavoisier y el Origen de la Química Moderna



Los seres humanos se han interesado, desde el inicio de los tiempos y a lo largo de la historia, en los cambios físicos y químicos que se producen a su alrededor. Los estudios que se han llevado a cabo en el transcurso de la historia, se han visto influenciados por el contexto histórico en el que se han desarrollado, así como las características sociales, éticas, políticas y ambientales del momento.

Al principio en el vídeo, titulado *Antoine Lavoisier y el Origen de la Química Moderna*, se habla de Aristóteles. ¿Quién era? Investiga sobre la época en la que vivió y la teoría aristotélica de los elementos. ¿Cómo se llamaba a la Química y a las personas que la desarrollaban en ese momento?

Antoine Lavoisier es considerado el padre de la Química Moderna y escribió el primer libro de Química. ¿Qué teoría demostró mediante el experimento que se desarrolla a lo largo del vídeo y que queda plasmado en su libro?

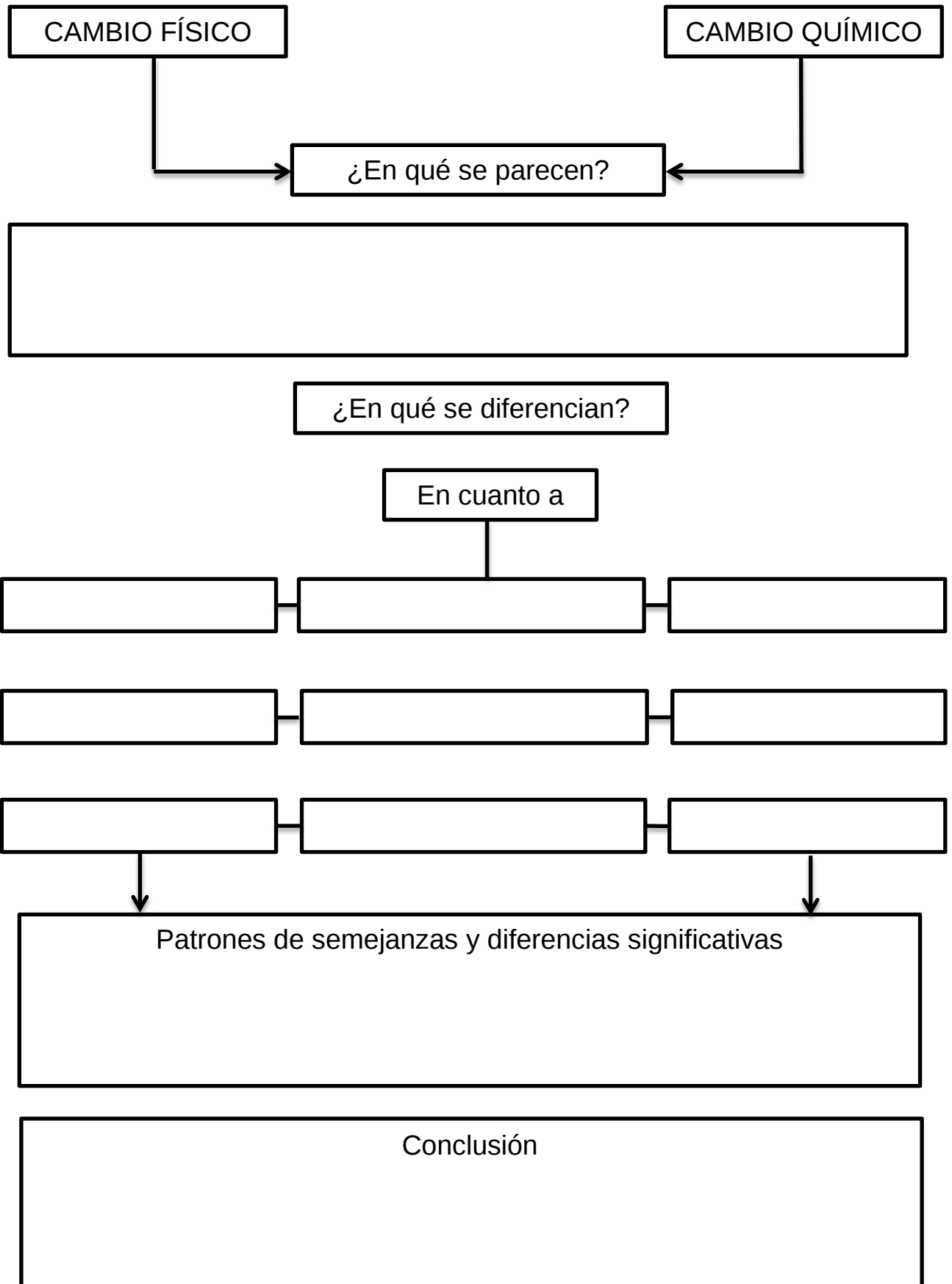
Cabe destacar la figura de Marie-Anne Pierrette Paulze. Investiga sobre el papel que desempeñó. Además, indaga sobre el papel de la mujer en la ciencia a lo largo de la historia.

Unas buenas preguntas sobre los porqués de un fenómeno, son la clave para investigar y comprender el mismo. Investiga sobre estas cuestiones y redacta un informe.

Actividad adaptada basada en:

Antoine Lavoisier and the Origin of Modern Chemistry. OpenMind, BBVA. <https://www.bbvaopenmind.com/multimedia/videos/antoine-lavoisier-origen-la-quimica-moderna/>

Anexo III. Cambios físicos y cambios químicos.



Anexo IV. Hoja de ruta

Nombre y apellidos:		
<u>Predicción individual:</u>	<u>Predicción grupal:</u>	<u>Resultado:</u>
<u>Conclusión:</u>		

Anexo V. La masa ni se crea ni se destruye, solo se transforma.

La masa ni se crea ni se destruye, solo se transforma.

El ácido acético reacciona con el bicarbonato de sodio y se transforman en acetato de sodio, dióxido de carbono y agua. La ecuación química que representa esta reacción química es la siguiente.



- **Investigaciones previas**

Identifica en esta ecuación, los reactivos y los productos, así como el estado de agregación de cada uno de los compuestos.

A continuación, vamos a comprobar si la ley de la conservación de la masa se cumple o no. Mediante una reacción química, ¿se puede crear o destruir materia?

En el experimento que se va a llevar a cabo, se va a hacer reaccionar vinagre con bicarbonato de sodio. Esta reacción, ¿es la misma que se ha descrito al comienzo de esta actividad? ¿Cuál es la composición del vinagre?

- **Descripción del experimento**

En este experimento se va a comprobar la ley de conservación de la masa. Este experimento se realiza por parejas. El alumnado anota en su *Ruta de investigación* las predicciones previas a la realización del experimento, el resultado obtenido y las conclusiones.

Para la realización del experimento se necesita el siguiente material:

- Matraz Erlenmeyer.
- Cuchara.
- Globo.
- Goma elástica.
- Balanza analítica.

Para la realización del experimento se necesitan los siguientes reactivos:

- Vinagre blanco.
- Bicarbonato de sodio.

En el matraz Erlenmeyer se introducen 15 mL de vinagre. A continuación, se introduce en el interior del globo una cuchara de bicarbonato de sodio. El globo se pone en la boca del matraz Erlenmeyer y se fija mediante goma elástica, sin dejar que el contenido del globo caiga dentro del matraz.

- **1, 2, 3... ¡A pensar!**

Con estos reactivos y materiales, ¿cómo crees que se puede comprobar la ley de conservación de la masa realizando este experimento?

El montaje se pone encima de la balanza analítica y se pesa. A continuación, se deja caer el contenido del globo encima del contenido del matraz Erlenmeyer. ¿Qué se observa?

¿Cuál es el contenido del globo? A continuación, pesa el montaje. ¿Qué diferencia hay entre el peso del montaje antes de que se produzca la reacción química y el peso del montaje después de que se produzca la reacción química?

Anexo VI. ¿Qué ocurre en el interior de una reacción química?

¿Qué ocurre en el interior de una reacción química?

La teoría cinético-molecular establece que la materia está formada por partículas muy pequeñas, como moléculas, átomos o iones. Estas partículas ejercen fuerzas de cohesión o de atracción, intermolecular o interatómica, entre sí. Además, estas partículas están en continuo movimiento. A partir de esto, se explican los diferentes estados de la materia.

- ¿Las moléculas que forman los sólidos, los líquidos y los gases ejercen y se ven sometidas a las mismas fuerzas de cohesión o atracción? ¿Cómo se encuentran las moléculas en los diferentes estados de agregación? Contesta a estas mismas preguntas, después de ver el vídeo llamado *Las moléculas de agua: estado sólido, líquido y gas*.



[Las moléculas de agua: estado sólido, líquido y gas](#)

En una reacción química, las sustancias iniciales llamadas reactivos sufren un proceso por el que se obtienen las sustancias finales llamadas productos.

Los enlaces entre los diferentes átomos que forman los reactivos se rompen. A continuación, los átomos de los diferentes elementos se reorganizan y forman enlaces nuevos, dando lugar a los productos.

- ¿Qué teoría explica esto? ¿Qué factores influyen en este proceso?

Vídeo recuperado de:

Dr. Mandira Sikdar (2015). Water molecules part 2, e-Content for undergraduate students of science in graduate programmes. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=jkRuDFxoKEQ>

Anexo VII. Ajuste de reacciones químicas

Ajuste de reacciones químicas

Tras conocer la ley de conservación de la masa, se deduce que durante una reacción química la masa total permanece invariable puesto que los átomos ni se crean ni se destruyen durante la transformación química. Es decir, el número de átomos de los reactivos, tiene que ser el mismo que el número de átomos de los productos.

Los coeficientes estequiométricos, números que aparecen delante de los reactivos y de los productos, sirven para igualar el número de átomos que intervienen en la reacción química, de acuerdo con la ley de conservación de la masa de Lavoisier.

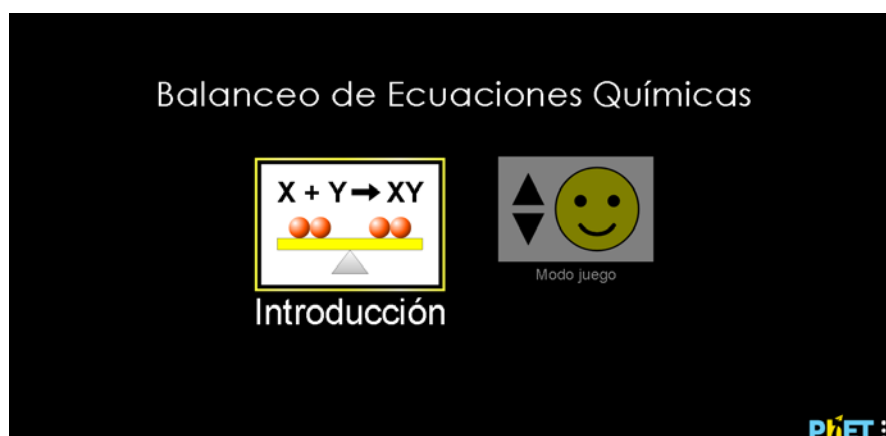
Ajustar una reacción química consiste en comprobar que hay el mismo número de átomos de los elementos que intervienen en la reacción, tanto en los reactivos como en los productos. Si no hay el mismo número de átomos, se ajusta gracias a los coeficientes estequiométricos.

A continuación, vamos a utilizar simulaciones por ordenador para aprender a ajustar reacciones químicas.

1. Haz clic en el siguiente hipervínculo:

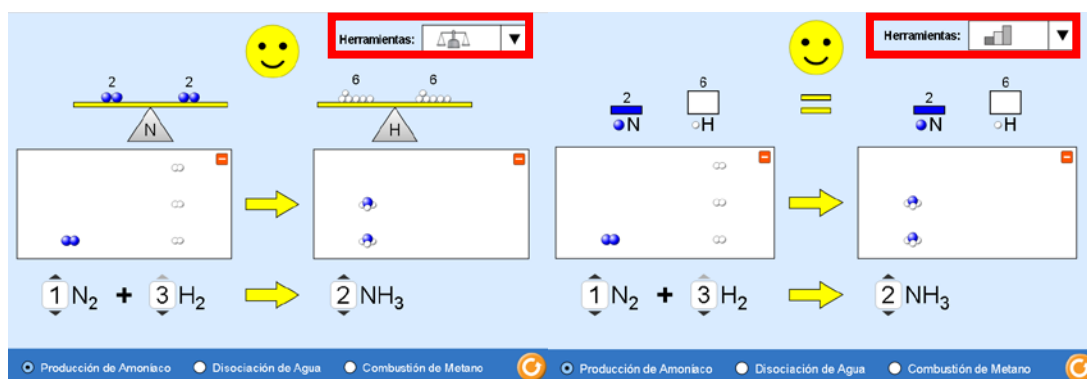
[PhET: Ajuste de Reacciones Químicas](#)

2. Para aprender a manejar el simulador, entramos primero en la parte *Introducción*.

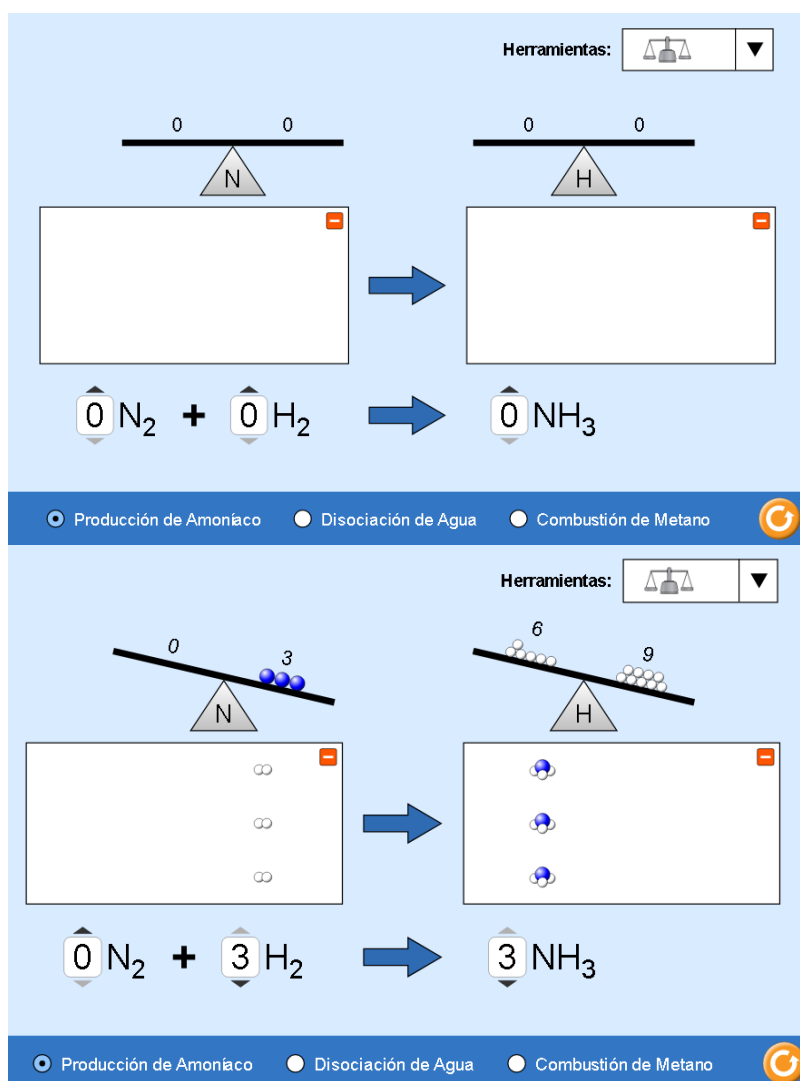


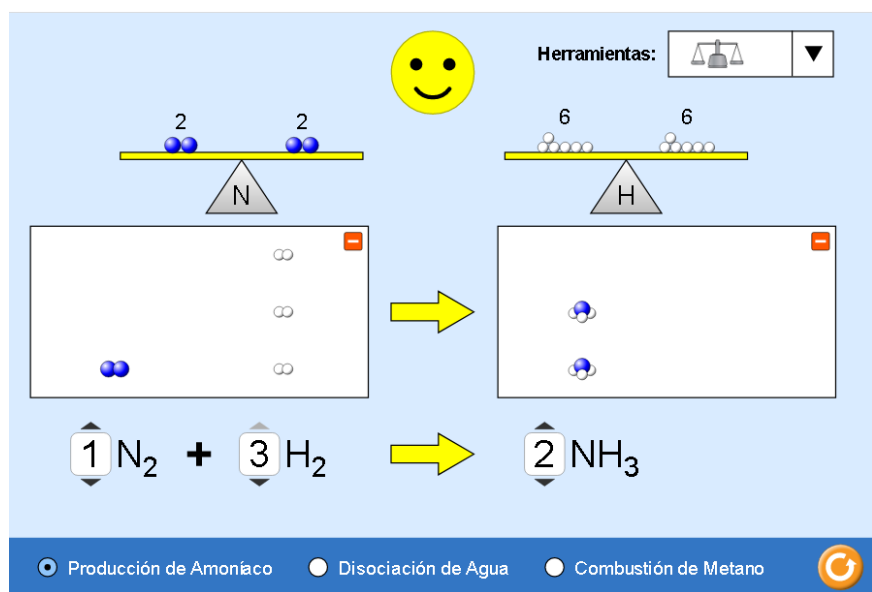
3. En esta parte, aparecen tres reacciones químicas: la producción de amoníaco, la disociación de agua y la combustión de metano. Vamos a aprender a manejar el simulador realizando juntos el ajuste de la reacción de producción de

amoníaco. En el apartado de herramientas aparecen dos formas de visualizar el ajuste que quedan reflejadas a continuación:



4. A continuación, se muestra cómo se ajusta la reacción de producción de amoníaco:





5. En el *Modo juego* que aparece al inicio de la simulación, encontramos tres niveles de dificultad:



Realiza el ajuste de las reacciones químicas que aparecen en el apartado de *Introducción* y en el apartado *Modo juego*. En total hay 18 reacciones químicas. Copia el resultado en un folio e inclúyelo en el portfolio.

Actividad adaptada basada en:

Proyecto de simulaciones interactivas de PhET. Universidad de Colorado, Boulder. Recuperado de: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/balancing-chemical-equations>

Anexo VIII. Velocidad de una reacción química

Velocidad de una reacción química

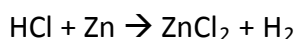
La velocidad de reacción de una reacción química se define como la rapidez con la que varía la concentración de un reactivo o producto por unidad de tiempo.

La velocidad de una reacción química se ve influenciada por diferentes factores. En los experimentos de hoy vamos a tratar de identificar estos factores y el efecto que tienen en la velocidad de reacción.

Experimento 1. La concentración de los reactivos

En este experimento se va a comprobar cómo la concentración de los reactivos afecta a la velocidad de la reacción. Para ello se proyecta un vídeo, en el que se realiza el experimento, en el proyector del laboratorio. El alumnado anota en su *Ruta de investigación* las predicciones previas a la realización del experimento, el resultado obtenido y las conclusiones.

Se hace reaccionar una determinada cantidad de ácido clorhídrico, a diferentes concentraciones, con zinc. La reacción química que se va a llevar a cabo es la siguiente:



Antes de ver lo que ocurre, ¿qué crees que va a pasar al introducir el zinc en las diferentes disoluciones de ácido clorhídrico con distintas concentraciones?

A continuación, se visualiza el vídeo: [Velocidad de una reacción química y concentración de los reactivos.](#)



¿Cómo afecta la concentración de los reactivos a la velocidad de reacción? ¿Qué gas se observa al producirse la reacción?

Vídeo recuperado de:

FQ-experimentos (2011) Recuperado

de: https://www.youtube.com/watch?time_continue=63&v=u4lc5Yyk7cY&feature=emb_title

Experimento 2. La temperatura

En este experimento se va a comprobar cómo la temperatura afecta a la velocidad de la reacción. Este experimento se realiza por parejas y el alumnado anota en su *Ruta de investigación* las predicciones previas a la realización del experimento, el resultado obtenido y las conclusiones.

La reacción química que se lleva a cabo en esta experiencia es la que se produce entre el ácido acético y el bicarbonato de sodio, transformándose en acetato de sodio, dióxido de carbono y agua. La ecuación química que representa esta reacción química es la siguiente:



Para la realización del experimento se necesitan los siguientes materiales:

- Dos vasos de precipitado.
- Placa calefactora.
- Bata de laboratorio.
- Gafas de seguridad.
- Cuchara.

Para la realización del experimento se necesitan los siguientes reactivos:

- Vinagre blanco.
- Bicarbonato de sodio.

Se ponen 50 mL de vinagre en cada uno de los vasos. Uno de ellos se calienta en la placa calefactora. Una vez preparados los dos vasos con vinagre, añadimos una cucharada de bicarbonato sódico.

¿Qué diferencia hay entre los dos vasos cuando se adiciona el bicarbonato de sodio?
¿Cómo afecta la temperatura a la velocidad de reacción?

Experimento 3. El estado físico de los reactivos

En este experimento se va a comprobar cómo el estado físico de los reactivos afecta a la velocidad de la reacción. Este experimento se realiza por parejas y el alumnado anota en su *Ruta de investigación* las predicciones previas a la realización del experimento, el resultado obtenido y las conclusiones.

En este experimento se va a llevar a cabo la misma reacción que en el experimento 2, la que se produce entre el ácido acético y el bicarbonato de sodio, transformándose en acetato de sodio, dióxido de carbono y agua. La ecuación química que representa esta reacción química es la siguiente:



Para la realización del experimento se necesitan los siguientes materiales:

- Dos vasos de precipitado.
- Cuchara.

Para la realización del experimento se necesitan los siguientes reactivos:

- Vinagre blanco.
- Bicarbonato de sodio en polvo.
- Bicarbonato de sodio en pastilla.

Se ponen 50 mL de vinagre en cada uno de los vasos. En uno de los vasos se añade el comprimido de bicarbonato de sodio y en el otro vaso de precipitado se añade una cucharada de bicarbonato de sodio, la misma cantidad que tenga la pastilla.

¿Qué diferencia hay entre los dos vasos cuando se adiciona el bicarbonato de sodio?
¿Cómo afecta el estado físico de los reactivos a la velocidad de reacción?

Indagación. Catalizadores

¿Qué es un catalizador? ¿Cómo afecta a la velocidad de reacción? ¿Interviene en la reacción? ¿Desaparece durante el transcurso de una reacción convirtiéndose en otro producto?

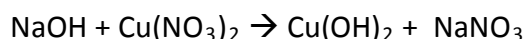
Anexo IX. Cálculos estequiométricos

Relación de ejercicios de estequiometría.

Ejercicio 1. ¿Están ajustadas las siguientes ecuaciones químicas? En el caso de que la respuesta sea negativa, ajústalas.

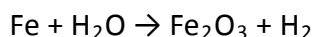
- a) $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- b) $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$
- c) $\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- d) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$

Ejercicio 2. Al mezclar una disolución de hidróxido de sodio con una disolución de nitrato de cobre (II), $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, se forma un precipitado de hidróxido cúprico y nitrato de sodio (NaNO_3). La ecuación química que representa esta reacción química es la siguiente:



- a) ¿Está ajustada la ecuación química? En el caso de que la respuesta sea negativa, ajústala. ¿Por qué es importante ajustar la ecuación química?
- b) Calcula la masa de hidróxido de cobre (II) que se formará al mezclar 3 gramos de NaOH con nitrato de cobre (II).

Ejercicio 3. Queremos obtener 12 gramos de hidrógeno haciendo reaccionar hierro metálico con agua para producir trióxido de dihierro e hidrógeno molecular. Calcula la masa de hierro necesaria. La ecuación química que representa esta reacción química es la siguiente:



Ejercicio 4. El propano, C_3H_8 , reacciona con el oxígeno para producir dióxido de carbono y agua.

- a) Escribe la reacción ajustada.
- b) ¿Cuántos gramos de propano y de oxígeno se necesitan para obtener 110 gramos de CO_2 ?

Anexo X. Proyecto de investigación

¡Somos científicos!

Somos un equipo formado por 30 científicos. La empresa Quimiciencia se ha puesto en contacto con nosotros porque necesitan un equipo científico que se incorpore a las diferentes sedes de su empresa. A continuación adjunto el correo electrónico recibido:

Estimados científicos:

Debido a la crisis sanitaria que estamos viviendo por la COVID-19 y el desabastecimiento de ciertos productos sanitarios y de higiene, desde Quimiciencia hemos tomado la decisión de empezar a producir gel hidroalcohólico en nuestras empresas situadas en Jaén, Córdoba, Málaga, Granada y Cádiz.

Por esto, necesitamos un equipo de expertos que dominen diferentes temas en nuestra empresa. Ante el hecho de que una parte de la población esté fabricando gel desinfectante casero, queremos investigar si esta práctica es recomendable o no. Ya que Quimiciencia es una empresa sumamente concienciada con el medioambiente, queremos investigar los problemas medioambientales por si los efectos de esta actividad industrial provocan algún riesgo. Además, queremos estudiar posibles alternativas y soluciones para paliar estos efectos.

Desde aquí, agradecemos su ayuda y labor fundamental que desarrollan diariamente en la sociedad y sobre todo, en tiempos de pandemia.

Esperamos su respuesta.

Un saludo,

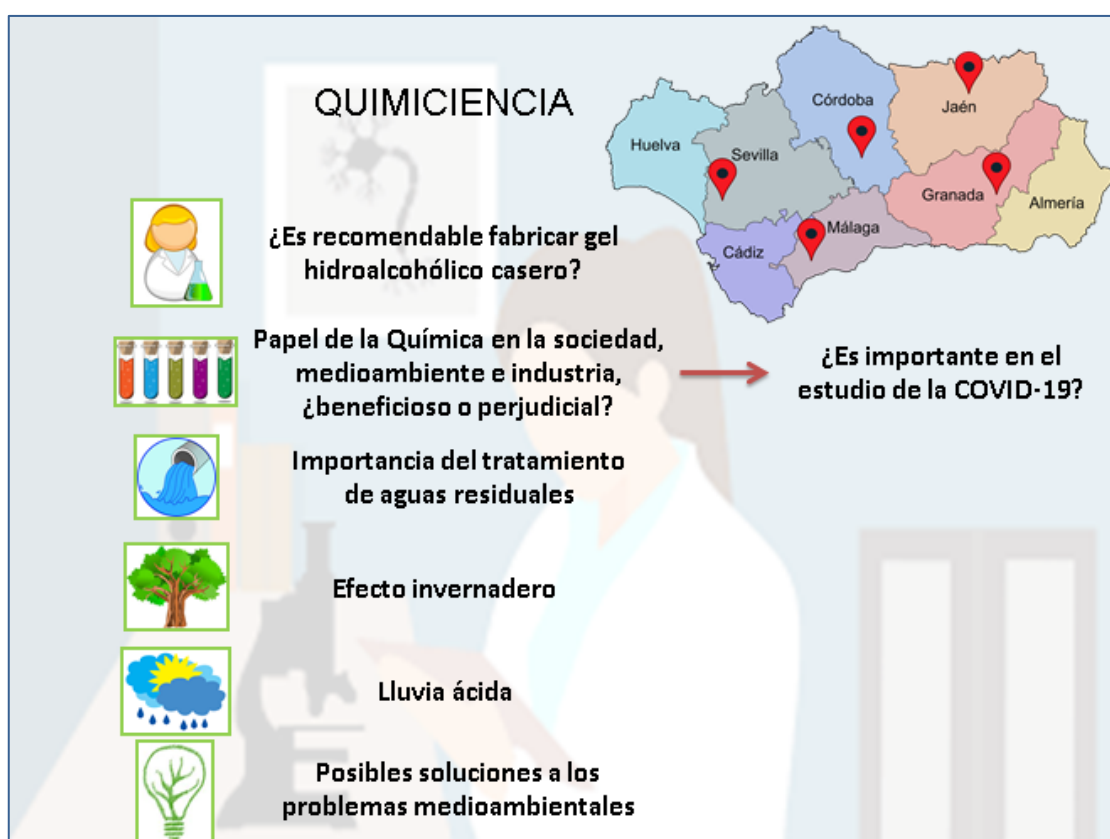
Equipo directivo de Quimiciencia

La forma en la que nos vamos a organizar es la siguiente:

- Vamos a formar cinco grupos y cada uno irá destinado a una de las cinco sedes de Quimiciencia. Cada grupo está formado por seis integrantes.
- Se trabajará por grupos de expertos, es decir, cada integrante del grupo será experto en un tema y se formará con los expertos de los demás grupos. Una

vez formados en su tema, el experto debe formar al resto de su equipo. El objetivo es que todo el grupo entienda todos los factores a tratar durante la labor que debe desarrollar el equipo en la empresa.

- Una vez que todo el equipo esté formado y maneje todos los ámbitos, cada equipo preparará un proyecto donde se recojan las investigaciones realizadas. Este proyecto se presentará en la sede en la que esté destinado cada equipo, frente al Equipo Directivo de Quimiciencia.
- A continuación, se presenta el cartel con la información que nos ha proporcionado Quimiciencia, donde vienen especificados los ámbitos en los que nos tenemos que formar.

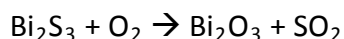


Anexo XI. Examen del tema *Las reacciones químicas*

Examen del tema 4. Las reacciones químicas.

Nombre y apellidos:

1. Responde de forma breve a las siguientes preguntas:
 - a) Cuando hablamos de cambios físicos y cambios químicos, ¿nos referimos a lo mismo? Si la respuesta es negativa, ¿en qué se parecen y en qué se diferencian estos dos tipos de cambios?
 - b) Si disolvemos sal en un vaso de agua, ¿se estará produciendo un cambio físico o un cambio químico?
 - c) Si dejamos un cubito al sol y se derrite, ¿se estará produciendo un cambio físico o un cambio químico?
2. ¿Qué es una reacción química? ¿Las sustancias iniciales son iguales que las sustancias finales? ¿Qué ocurre con la masa de las sustancias que intervienen en una reacción química?
3. ¿Cómo se define la velocidad de una reacción química? ¿Qué factores influyen en esta? Justifica tu respuesta en términos de la teoría cinético-molecular y de la teoría de colisiones.
4. Las siguientes ecuaciones químicas, ¿están ajustadas? En el caso de que la respuesta sea negativa, ajústalas.
 - a) $\text{H}_2\text{O} + \text{Na} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$
 - b) $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$
 - c) $\text{BaO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2$
 - d) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$
5. La ecuación química que representa a la reacción entre el sulfuro de bismuto (III) y el oxígeno, es la siguiente:



- a) Ajusta la ecuación química.
- b) ¿Qué masa de SO_2 se obtiene al reaccionar 1 kg de Bi_2S_3 con la cantidad suficiente de O_2 ?
- c) ¿Qué masa de oxígeno reacciona con 5 moles de Bi_2S_3 ?

Datos: Mm (Bi: 209 g/mol; S: 32 g/mol; O: 16 g/mol).

6. La ecuación química que representa la reacción química entre una disolución de hidróxido de potasio KOH y cloro, es la siguiente:



- a) Ajusta la ecuación química.
- b) ¿Qué cantidad de KClO_3 se obtiene al reaccionar 10 moles de KOH con la cantidad suficiente de Cl_2 ?
- c) ¿Qué cantidad de Cl_2 reacciona con 5 moles de KOH?

Datos: Mm (K: 39 g/mol; H: 1 g/mol; O: 16 g/mol; Cl: 35,5 g/mol).

Anexo XII. Rúbrica para la autoevaluación y coevaluación del proyecto de investigación

Estándares de aprendizaje	Insuficiente 0.5	Suficiente 1.25	Notable 2	Sobresaliente 2.5
E.A.1.6.1	No adopta una actitud crítica a la hora de abordar los contenidos del trabajo. No selecciona con criterio la información buscada. Realiza una exposición poco clara y concisa utilizando las TIC.	Adopta una actitud poco crítica a la hora de abordar los contenidos del trabajo. Selecciona con criterio la información buscada. Realiza una exposición clara y concisa utilizando las TIC.	Adopta una actitud crítica a la hora de abordar los contenidos del trabajo. Selecciona con criterio la información buscada. Realiza una exposición poco clara y concisa utilizando las TIC.	Adopta una actitud crítica a la hora de abordar los contenidos del trabajo. Selecciona con criterio la información buscada. Realiza una exposición clara y concisa utilizando las TIC.
E.A.3.7.1	No describe los principales problemas medioambientales como calentamiento global, lluvia ácida y contaminación de aguas, ni sus causas.	Describe parte de los principales problemas medioambientales como calentamiento global, lluvia ácida y contaminación de aguas y sus causas.	Describe la mayoría de los principales problemas medioambientales como calentamiento global, lluvia ácida y contaminación de aguas y sus causas.	Describe todos los problemas medioambientales, calentamiento global, lluvia ácida y contaminación de aguas y sus causas.
E.A.3.7.2	No propone medidas ni soluciones, sin hacer uso del pensamiento crítico, que se puedan adoptar para solucionar los principales problemas medioambientales.	Propone pocas medidas y soluciones, sin hacer uso del pensamiento crítico, que se puedan adoptar para solucionar los principales problemas medioambientales.	Propone algunas medidas y soluciones, desde el pensamiento crítico, que se puedan adoptar para solucionar los principales problemas medioambientales.	Propone bastantes medidas y soluciones, desde el pensamiento crítico, que se puedan adoptar para solucionar los principales problemas medioambientales.
E.A.3.7.3	No defiende razonadamente la influencia que el desarrollo de la industria química ha tenido en el progreso de la sociedad, ni consulta fuentes científicas de distinta procedencia.	Defiende razonadamente la influencia que el desarrollo de la industria química ha tenido en el progreso de la sociedad, sin consultar fuentes científicas de distinta procedencia.	Defiende razonadamente la influencia que el desarrollo de la industria química ha tenido en el progreso de la sociedad, a partir de fuentes científicas de distinta procedencia.	Defiende razonadamente la influencia que el desarrollo de la industria química ha tenido en el progreso de la sociedad, a partir de fuentes científicas de distinta procedencia y las cita.