



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



La enseñanza de la formulación y nomenclatura química en 4º de ESO. Problemática y propuesta didáctica.

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Profesorado en Educación
Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional
y Enseñanza de Idiomas. Especialidad: Física y Química.

Ácido nítrico



2016/2017

Elizabeth Martínez Florido



Ag_2SO_4

Datos personales:

Nombre y Apellidos: Elizabeth Martínez Florido

DNI: 45317034-L

Teléfono: 671 45 43 43

Dirección: C/ Cabo Ruiz Rodríguez, 82

Correo Electrónico: elizabethmartinezen@gmail.com

Fdo:

Fecha: Melilla, 30 de julio de 2017

Tutora del TFM:

Nombre y Apellidos: Alicia Benarroch Benarroch

Departamento: Didáctica de las Ciencias Experimentales

Centro: Facultad de Educación y Humanidades de Melilla

Teléfono: 95 269 87 36

Correo Electrónico: aliciabb@ugr.es

Fdo: Alicia Benarroch Benarroch

Fecha: Melilla, 30 de julio de 2017

**DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD DEL TRABAJO FÍN DE
MÁSTER**

Yo, Elizabeth Martínez Florido, con DNI nº45317034-L, y estudiante del Máster de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas de la Universidad de Granada, en relación con el Trabajo Fin de Máster presentado para su defensa y evaluación en el curso 2016-2017, declara que asume la originalidad de dicho trabajo, entendida que no ha utilizado fuentes sin citarlas debidamente.

Melilla a 30 de Julio de 2017

Fdo. Elizabeth Martínez Florido

AGRADECIMIENTOS

A mi tutora del Trabajo Fin de Máster, Dña. Alicia Benarroch, por su interminable paciencia y por haberme transmitido parte de su conocimiento y su pasión sobre la didáctica de las ciencias.

A mi tutor de prácticas, D. Salvador Molina, por enseñarme la realidad de la docencia, con sus pros y sus contras, aunque siempre siendo un verdadero ejemplo a seguir.

A los demás profesores del Máster, por enseñarnos a enseñar a través de sus conocimientos y su dilatada experiencia.

A mis compañeros de Máster, por hacer que las horas pasasen más rápido y los días fuesen más amenos.

A mi familia y amigos, por sus incontables palabras de ánimo.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CONTENIDOS	9
ÍNDICE DE TABLAS	10
ÍNDICE DE FIGURAS	10
1. INTRODUCCIÓN	11
2. ANÁLISIS DEL CURRÍCULUM	12
2.1 Marco legal	12
2.2 IUPAC	17
2.3 Libros de texto	20
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	24
3.1 Factores que provocan la desmotivación del alumnado por las ciencias	24
3.2 Factores asociados a una enseñanza errónea y deformada de la formulación química	27
3.3 Propuestas de enseñanza-aprendizaje innovadoras	32
3.4 Conclusiones de la revisión bibliográfica	38
4. PROPUESTA PEDAGÓGICA	43
4.1 Competencias y objetivos	43
4.1.1 Competencias	43
4.1.2 Objetivos	46
4.2 Contenidos	46
4.3 Metodología	47
4.4 Actividades	48
4.4.1 Descripción y secuenciación	48
4.4.2 Correspondencia entre objetivos específicos y objetivos de las tareas	56
4.4.3 Medios y recursos didácticos	57
4.4.4 Temporalización	58
4.5 Evaluación	59
5. CONCLUSIONES	59
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXO I. Actividades de la propuesta	65
ANEXO II. Rúbrica de Evaluación	101
ANEXO III. Cuestionario de Autoevaluación	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Situación de la Física y Química en el currículum de la ESO.....	14
Tabla 2. Situación de la Física y Química en el Bachillerato	14
Tabla 3. Contenidos relacionados con la formulación química en la ESO	15
Tabla 4. Contenidos relacionados con la formulación química en el Bachillerato.....	16
Tabla 5. Ejemplos de la nomenclatura de composición.....	18
Tabla 6. Ejemplos de la nomenclatura de sustitución.....	19
Tabla 7. Esquema resumen de la nomenclatura tradicional	19
Tabla 8. Ejemplos de la nomenclatura de adición	20
Tabla 9. Contenidos temáticos de dos manuales de Física y Química de 4º de ESO.....	21
Tabla 10. Nomenclaturas utilizadas para los diferentes compuestos inorgánicos en el libro de la Editorial SM	22
Tabla 11. Nomenclaturas utilizadas para los diferentes compuestos inorgánicos en el libro de la Editorial Santillana	23
Tabla 12. Óxidos propuestos por Fernández (2013).....	39
Tabla 13. Hidróxidos a estudiar propuestos por Fernández (2013).....	40
Tabla 14. Ácidos propuestos por Fernández (2013) y por la RSEQ	40
Tabla 15. Sales propuestas por Fernández (2013)	41
Tabla 16. Selección de compuestos a estudiar en la propuesta pedagógica	41
Tabla 17. Relación entre las competencias clave y las tareas de la propuesta	45
Tabla 18. Colores a emplear para la construcción de los elementos, de acuerdo al esquema CPK.	51
Tabla 19. Correspondencia entre objetivos específicos y objetivos de las tareas	56
Tabla 20. Temporalización de la propuesta pedagógica.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Contenidos de la plataforma web de Rivera (2014).....	33
Figura 2. Actividad de aplicación de la plataforma web de Rivera (2014).....	33
Figura 3. Ejemplo del recurso FORMula empleando TIC	34
Figura 4. Ejemplo del recurso FORMula empleando materiales físicos.....	34
Figura 5. Tablero del juego de Matute (2009).....	35

1. INTRODUCCIÓN

La propuesta didáctica que se realiza en este trabajo de fin de máster está destinada a la enseñanza de la formulación y nomenclatura química de la asignatura de *Física y Química* de cuarto curso de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO). Según el Real Decreto 1105/2014, por el que se establece el currículo básico de la ESO, en este curso, la Física y Química es una asignatura troncal optativa a la que se dedican cuatro horas lectivas a la semana. La propuesta diseñada implica la realización de catorce sesiones, por lo que el tiempo de aplicación de la misma abarcaría tres semanas y media. Los contenidos que se tratan durante la propuesta están relacionados con el bloque de “La materia”, concretamente con la “Formulación y nomenclatura de compuestos inorgánicos según las normas de la IUPAC”.

En todas las áreas curriculares, hay temas o contenidos tan esenciales que se pueden considerar llaves de acceso. Como dice Fernández (2013), este es el caso de la Formulación Química, “que aporta el lenguaje de la química y constituye una herramienta básica, tanto descriptiva como heurística. [...] La fórmula química va a ser la protagonista de nuestra investigación. A nivel macroscópico representa una sustancia [...] A nivel microscópico señala la proporción entre sus átomos y, si es el caso, representa además el número de átomos de cada elemento que compone su molécula” (p. 679).

La modalidad elegida para este Trabajo Final de Máster (T.F.M.) es de Innovación Docente. Se puede definir la innovación educativa como todo proceso que engloba ideas, procesos o estrategias capaces de provocar un cambio en la enseñanza vigente (Cañal, 2002).

El objetivo principal de la propuesta es realizar una alternativa –justificada en las investigaciones didácticas recientes- a los enfoques inadecuados sobre la enseñanza actual de la formulación química inorgánica. Según Wirtz, Kaufmann & Hawley (2006):

”Desde la perspectiva del estudiante, la nomenclatura química es un conjunto de reglas complejas que implican conceptos desconocidos [...] pudiendo llegar a ser una bestia difícil de manejar, que conduce frecuentemente a declinar el interés del estudiante hacia la química desde el comienzo del curso” (p. 595).

En palabras de Fernández (2013),

Es bien conocido que la enseñanza de la formulación química que se realiza en la segunda etapa de la ESO, constituye por sus dificultades un verdadero reto para el

profesorado del que difícilmente sale airoso. Y que el problema es delicado porque además puede generar actitudes de rechazo de los estudiantes que muchas veces conducen a un abandono de los estudios de ciencias (p. 678).

En este trabajo, se pretende acometer el problema desde su raíz. Para ello, se analizan las propuestas de enseñanza realizadas por dos de los manuales escolares más extendidos en nuestro contexto. También se realiza una revisión bibliográfica de otras propuestas realizadas desde la investigación didáctica. Desde este análisis riguroso, se toman unas medidas fundamentadas acerca de los compuestos que deberían ser incluidos en un curso como 4º de ESO, perteneciente al currículum obligatorio de toda la ciudadanía. Finalmente, se insertan estas medidas en una propuesta didáctica contextualizada, a fin de que el estudiante pueda conseguir dar sentido a lo simbolizado con la fórmula química, y no sólo al símbolo.

El objetivo último de la propuesta es que los estudiantes no rechacen las ciencias, por falta de sentido y por una alta dificultad. En definitiva, mejorar su motivación y generar actitudes positivas hacia las ciencias. Las ciencias son parte importante del patrimonio cultural y la disminución progresiva del interés de los estudiantes hacia las mismas a través de sus estudios obligatorios es un dato alarmante que ha sido demostrado en numerosas investigaciones, algunas de las cuales serán mencionadas en los próximos apartados.

2. ANÁLISIS DEL CURRÍCULUM

2.1 Marco legal

Las leyes de educación desarrollan la regulación de los elementos que determinan los procesos de enseñanza y aprendizaje. Se ha determinado que estos elementos son: objetivos, competencias básicas, contenidos, estándares de aprendizaje evaluables, criterios de evaluación y metodología didáctica. El conjunto de todos ellos se denomina currículum y su diseño básico es competencia del Gobierno, ya que tiene carácter unitario y oficial en todo el territorio nacional.

En la actualidad, la educación se rige por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE, 2013) que propone unas modificaciones respecto a la anterior Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE, 2006), con el fin de reducir la tasa de abandono escolar y mejorar los resultados educativos. Sin embargo, no

modifica que la enseñanza básica y obligatoria comprende un total de diez años y que los contenidos básicos de las enseñanzas mínimas ocuparán el 55% del horario escolar.

El camino que se traza de las leyes a las aulas se establece en tres niveles, llamados niveles de concreción curricular, que según Álvarez (2011) son:

1. **Diseño curricular prescriptivo:** documento elaborado por el Ministerio de Educación y Ciencia que recoge prescripciones sobre intencionalidad de la educación, contenidos y recomendaciones sobre estrategias pedagógicas. En este sentido, cabe destacar 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 (MEC, 2014)
2. **Proyecto curricular de centro:** es competencia de cada centro educativo y trata de desarrollar los contenidos secuenciados en las distintas etapas educativas, además de concretar la metodología docente y de educación. De este modo, se les otorga a los centros cierta autonomía.
3. **Programación de aula:** adecuándose al nivel anterior como marco de referencia, los equipos de ciclo realizan este nivel de concreción curricular diseñando programaciones específicas, a partir de unidades didácticas, con su correspondiente orden, secuenciación y desarrollo.

Algunos autores hablan de un cuarto nivel de concreción curricular, refiriéndose a las adaptaciones curriculares individualizadas, tanto significativas como no significativas.

De acuerdo con 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, la Física y Química es una asignatura única que se imparte desde segundo curso de ESO hasta primero de Bachillerato y que se divide en dos asignaturas en el último curso de Bachillerato. En segundo y tercero de ESO es una asignatura troncal obligatoria. Sin embargo, a partir de cuarto de ESO se convierte en una materia troncal optativa, por lo que no todos los estudiantes están obligados a cursarla. En este curso, que tiene carácter propedéutico para Bachillerato y Enseñanzas Aplicadas, en la primera opción, es una de las cuatro materias entre las que los estudiantes han de elegir dos. En la segunda, no aparece como tal, siendo sustituida por Ciencias aplicadas a la actividad profesional. La Tabla 1 sintetiza la situación de la Física y Química en el currículum de ESO.

Tabla 1.

Situación de la Física y Química en el currículum de la ESO

ESO				
PRIMER CICLO			SEGUNDO CICLO	
1º ESO	2º ESO	3º ESO	4º ESO Opción de Bachillerato	4º ESO Opción de Enseñanzas Aplicadas
	<i>Física y Química</i>	<i>Física y Química</i>	Elegir dos entre: <ul style="list-style-type: none"> • Biología y Geología, • Economía, • <i>Física y Química</i>, • Latín 	Elegir dos entre: <ul style="list-style-type: none"> • Ciencias aplicadas a la actividad profesional • Iniciación a la actividad emprendedora • Tecnología

La Física y Química conserva el carácter optativo en primero y segundo curso de Bachiller. Además, en este último curso se separa en Física por un lado y Química por otro, es decir, en dos asignaturas troncales optativas (Tabla 2).

Tabla 2.

Situación de la Física y Química en el Bachillerato

BACHILLERATO	
Primero	Segundo
Elegir al menos dos entre: <ul style="list-style-type: none"> • Biología y Geología • Dibujo Técnico I • <i>Física y Química</i> 	Elegir al menos dos entre: <ul style="list-style-type: none"> • Biología • Dibujo Técnico II • <i>Física</i> • Geología • <i>Química</i>

A continuación, veremos el tratamiento que se le da a la formulación química en el currículum de la Física y Química.

Centrándonos en la Educación Secundaria Obligatoria, los contenidos generales de Física y Química se agrupan en cinco bloques:

1. La actividad científica.
2. La materia.
3. Los cambios.
4. El movimiento y las fuerzas.
5. Energía.

Dentro de estos bloques de contenidos, el bloque 2 engloba los contenidos relacionados con la formulación química. En la tabla 3, se resumen los contenidos relacionados con la formulación en cada curso:

Tabla 3.

Contenidos relacionados con la formulación química en la ESO

Curso	Contenidos
	Bloque 2: La materia
2º y 3º ESO	Formulación y nomenclatura de compuestos binarios siguiendo las normas de la IUPAC.
4º ESO	Formulación y nomenclatura de compuestos inorgánicos según las normas de la IUPAC.
	Introducción a la química orgánica.

En Bachillerato estos bloques de contenidos son diferentes. Así, en 1º de Bachiller se agrupan en:

1. La actividad científica.
2. Aspectos cualitativos de la química
3. Reacciones químicas
4. Transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones químicas
5. Química del Carbono
6. Cinemática
7. Dinámica Energía

En este caso, la formulación química está incluida en los contenidos del bloque 5, referida únicamente a la química del carbono (Tabla 4).

En 2º de Bachiller, la asignatura se divide por un lado en Física y, por otro lado, en Química. La Química estará compuesta por los siguientes bloques de contenidos:

1. La actividad científica.

2. Origen y evolución de los componentes del universo.
3. Reacciones químicas.
4. Síntesis orgánica y nuevos materiales.

Dentro de este último bloque, encontramos los contenidos relacionados con la formulación, de nuevo únicamente referida a la química orgánica (Tabla 4).

Tabla 4.

Contenidos relacionados con la formulación química en el Bachillerato

Curso	Contenidos
1º Bachiller	<u>Bloque 5 Química del Carbono</u>
	Formulación y nomenclatura IUPAC de los compuestos del carbono.
2º Bachiller	<u>Bloque 4 Síntesis orgánica y nuevos materiales</u>
	Nomenclatura y formulación orgánica según las normas de la IUPAC.
	Funciones orgánicas de interés: oxigenadas y nitrogenadas, derivados halogenados, tioles, perácidos.
	Compuestos orgánicos polifuncionales.

Una vez analizado el currículo oficial de Física y Química, conviene destacar que el curso académico donde los estudiantes han de aprender la formulación química inorgánica, además de la introducción a la orgánica, es 4º de ESO. En los cursos académicos precedentes, el currículum limita su estudio a los compuestos binarios inorgánicos y en los precedentes, únicamente se ven los compuestos orgánicos.

Por este motivo, la innovación que se propone en este TFG se centrará en el curso de 4º de ESO donde la formulación química tiene un tratamiento más amplio y completo.

En el RD mencionado anteriormente, nos encontramos además con unos estándares de aprendizaje evaluables que nos pueden servir como indicadores para establecer los objetivos. Para el caso de la formulación inorgánica en 4º de ESO, se destaca un solo objetivo:

- Utilizar el lenguaje químico para nombrar y formular compuestos inorgánicos ternarios siguiendo las normas IUPAC.

2.2 IUPAC

La IUPAC, o Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC por sus siglas en inglés), es una organización científica y no gubernamental formada en 1919 por químicos académicos y de la industria, que reconocieron la necesidad de estandarizar internacionalmente pesos, medidas, nombres y símbolos, con el fin de unificarlos y facilitar así la cooperación entre científicos internacionales.

Antes de la creación de la IUPAC, en 1911 se reunió en París la Asociación Internacional de Sociedades Químicas (IACS) para establecer las propuestas de trabajo que debían consensuar:

- La nomenclatura de química inorgánica y orgánica.
- La estandarización de las masas atómicas.
- La estandarización de las constantes físicas.
- La revisión de las propiedades de la materia.
- El establecimiento de una comisión para la revisión de trabajos.
- La estandarización en los formatos de las publicaciones.
- La prevención de las redundancias en los trabajos.

Hoy en día, la IUPAC se considera como la autoridad mundial en lo que se refiere a nomenclatura química, terminología (incluyendo los nombres de los nuevos elementos de la tabla periódica), estandarizar métodos de medición, los pesos atómicos, tablas de datos termodinámicos, de solubilidad, etc.

Debido a que el presente trabajo pretende ofrecer un nuevo método de enseñanza de la formulación química, es en este aspecto en el que se va a profundizar a continuación.

La IUPAC, por medio de la División de Nomenclatura Química y Representación Estructural, estudia todos los aspectos de la nomenclatura de sustancias y presenta una serie de recomendaciones para escribir fórmulas y asignar los nombres de los compuestos químicos (Ciriano & Polo, 2007; Clúa, s.f.). Estas recomendaciones se encuentran recogidas en dos libros: por un lado, la formulación de la química inorgánica se recoge en el denominado “Libro Rojo II” y, por otro lado, la formulación de la química orgánica se recoge en el “Libro Azul”. Además de estas recomendaciones, se ha de tener en cuenta que los nuevos descubrimientos exigen la actualización de los sistemas de nomenclatura, por lo que la revisión de los mismos resulta un proceso continuo.

De acuerdo con Rodríguez Blanco, Fernández Colinas & García González (2013), el principal objetivo de la nomenclatura química es proporcionar una metodología para poder identificar nombres y fórmulas sin ambigüedad. Se debe minimizar el número de nombres aceptables para cada sustancia, a pesar de no poder exigir un nombre único para cada una. Por tanto, un sistema útil de nomenclatura debe ser identificable, preciso y general.

En el desarrollo de la nomenclatura química han surgido varios sistemas, cada uno con su conjunto de reglas correspondientes.

Los sistemas de nomenclatura en química inorgánica se conocen como nomenclaturas de composición, sustitución y adición, siendo esta última posiblemente la de mayor aplicación.

La nomenclatura de composición se trata de un nombre estequiométrico que solamente refleja las proporciones de los constituyentes en la fórmula empírica o en la fórmula molecular. Se requieren reglas gramaticales para especificar el orden de los componentes, el uso de prefijos multiplicadores y las terminaciones adecuadas para los nombres de los componentes electronegativos.

Las proporciones en las que se encuentran los distintos átomos se pueden expresar utilizando los prefijos numerales, los números de oxidación o los números de carga. Se conoce como nomenclatura sistemática a aquella que utiliza prefijo numeral para indicar la proporción de los átomos y nomenclatura de Stock a la que utiliza el número de oxidación. El empleo del número de carga está prácticamente en desuso y no se enseña en estos niveles académicos.

Tabla 5.

Ejemplos de la nomenclatura de composición

Fórmula	Prefijo numeral	Nº oxidación	Nº carga
Hg ₂ Cl ₂	Dicloruro de dimercurio	Cloruro de mercurio (I)	Cloruro de mercurio(1+)
Fe ₂ O ₃	Trióxido de dihierro	Óxido de hierro (III)	Óxido de hierro(3+)

La nomenclatura de sustitución se basa en el concepto de un hidruro progenitor que se modifica al sustituir los átomos de hidrógeno por otros átomos y/o grupos.

Esta nomenclatura es más utilizada para compuestos orgánicos, ya que supone conocer la estructura de la molécula, por lo que no es recomendable su utilización en los cursos de ESO ni en el primer curso de Bachillerato. También es empleada en la nomenclatura de hidruros de los grupos 13-17 de la tabla periódica.

Tabla 6.

Ejemplos de la nomenclatura de sustitución

Fórmula	Nombre de sustitución
PH ₃	Fosfano
PH ₂ Br	Bromofosfano

Los nombres de adición se construyen considerando que un compuesto o especie es una combinación de un átomo central o átomos centrales con ligandos asociados. Las reglas de nomenclatura de este sistema establece los nombres de los ligandos y su orden de citación, de manera que éstos se deben nombrar por orden alfabético y empleando prefijos numerales.

La utilización de este tipo de nomenclatura supone conocer la estructura de la molécula y, por consiguiente, se desaconseja su utilización en los estudios no universitarios. En su lugar, se recomienda la utilización de la nomenclatura tradicional o vulgar, compuesta por la palabra ‘ácido’ seguida del nombre del elemento, al que se le añaden prefijos o sufijos que indican el estado de oxidación de los átomos. Esta nomenclatura es útil para la formulación de oxoácidos, oxoaniones y compuestos heteropoliatómicos.

Tabla 7.

Esquema resumen de la nomenclatura tradicional

	Una valencia	Dos valencias	Tres valencias	Cuatro valencias
				Per__ico
	__ico	__ico	__ico	__ico
		__oso	__oso	__oso
↑ Mayor valencia			Hipo__oso	Hipo__oso

Para la nomenclatura de sales y aniones de los ácidos, las terminaciones ‘-ico’ y ‘-oso’ se sustituyen por ‘-ato’ e ‘-ito’, respectivamente.

Tabla 8.

Ejemplos de la nomenclatura de adición

Fórmula	Nombre de adición	Nombre vulgar aceptado
H_2SO_4	Dihidroxidodioxidoazufre	Ácido sulfúrico
$[BrO_4]^-$	Tetraoxidobromato (1-)	Perbromato

2.3 Libros de texto

En este apartado, se procede al análisis de dos libros de texto de 4º de ESO, con el fin de indagar en la estructura de contenidos, con especial interés en la formulación química.

Los libros que se analizan son:

- (1) Cañas, A., Puente, J., Viguera, J. A. & Remacha, M. (2012). *Física y Química 4º ESO*. Proyecto Conecta 2.0. Madrid: Editorial SM.
- (2) Vidal M. C., de Prada, F., de Luis, J. L., Pichardo, R. & Sanz, P. (2011). *Física y Química 4 ESO*. Proyecto Los caminos del saber. Madrid: Editorial Santillana

Los índices de estos libros ya nos ofrecen bastante información, dado que se observa que la estructura de los temas es bastante parecida en ambos, a pesar de que el libro de la Editorial SM contiene dos temas más que el de la Editorial Santillana. Sin embargo, el libro de Editorial Santillana tiene mayor número de páginas, pues presenta alrededor de 30 páginas por tema, mientras que el de Editorial SM dedica aproximadamente 20 páginas por tema. Estas diferencias se pueden apreciar en la Tabla 5, donde se han emparejado los temas de ambos manuales según sus contenidos.

La relación entre los contenidos establecidos en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, y los temas de ambos libros es muy similar, ajustándose bastante bien los temas a los contenidos.

Tabla 9.

Contenidos temáticos de dos manuales de Física y Química de 4º de ESO

Editorial SM	Pág.	Editorial Santillana	Pág.
1. Estudio del movimiento	16	1. El movimiento	6
2. Las fuerzas	40	2. Las fuerzas	34
3. La Tierra en el Universo	62	3. Fuerzas gravitatorias	64
4. Fuerzas y presiones en los fluidos	82	4. Fuerzas y presiones en los fluidos	90
5. Fuentes de energía y sostenibilidad	104		
6. Energía mecánica y trabajo	124	5. Trabajo y energía	112
7. Energía térmica y calor	144	6. Transferencia de energía: calor	140
8. Energía y ondas	164	7. Transferencia de energía: ondas	166
9. Los átomos y sus enlaces	184	8. Sistema periódico y enlace	196
10. Cálculos químicos	206	9. La reacción química	228
11. Energía y velocidad de las reacciones químicas	228		
12. Los compuestos del carbono	248	10. La química y el carbono	254
Anexo. Formulación química inorgánica y orgánica	270	Anexos: I. Formulación II. Sistema periódico de los elementos III. Competencias en Física y Química	280 294 295

La estructura de los temas es bastante parecida, contienen los siguientes apartados:

- Editorial SM: presentación de la unidad, desarrollo de los contenidos, resumen, trabajo en el laboratorio, actividades y pon a prueba tus competencias.
- Editorial Santillana: introducción a la unidad, desarrollo de los contenidos, contenidos para saber más, actividades finales, experiencia y resumen, rincón de la lectura y direcciones web.

En cuanto a la formulación química, los dos manuales le dedican un anexo, con ciertas diferencias entre ellos.

Por un lado, en la Editorial SM, el anexo se compone de una introducción (2 páginas) donde se explican los conceptos de valencia y número de oxidación, fórmulas, sustancias simples y compuestos y nomenclatura. A continuación, hay un apartado de formulación inorgánica de 8 páginas y, por último, otro apartado de formulación orgánica de 4 páginas.

La Editorial Santillana comienza directamente con un apartado de formulación inorgánica de 10 páginas, donde primero se exponen los conceptos mencionados en el anterior párrafo. Tras esto, hay un apartado de formulación orgánica de 3 páginas y una última página de actividades.

Con el fin de comprender cuáles son las nomenclaturas que se suelen explicar a los estudiantes en la enseñanza obligatoria, a continuación se analizan los anexos correspondientes a la formulación de los libros citados anteriormente.

1. Editorial SM:

El anexo referente a la formulación química inorgánica comienza introduciendo los conceptos de valencia, número de oxidación, fórmulas, sustancias simples y compuestas y nomenclatura. En la tabla 10, se detallan los diferentes tipos de compuestos inorgánicos y las nomenclaturas que este manual propone para su enseñanza en 4º curso de la ESO.

Tabla 10.

Nomenclaturas utilizadas para los diferentes compuestos inorgánicos en el libro de la Editorial SM

Compuesto	Nomenclatura sistemática	Nomenclatura de Stock	Nomenclatura tradicional
Óxidos	●	●	
Peróxidos	●	●	
Hidruros metálicos	●	●	
Hidruros no metálicos	●		●
Haluros de hidrógeno	●		
Combinaciones binarias (no metal-no metal)	●	●	
Combinaciones binarias (metal-no metal)	●	●	
Hidróxidos	●	●	
Oxoácidos			●
Iones monoatómicos	●		
Iones poliatómicos			●
Oxisales neutras		●	●
Sales ácidas		●	●

2. Editorial Santillana:

En este caso, la introducción se ciñe a los conceptos de valencia y número de oxidación. Tras la introducción, se dividen los tipos de compuestos en binarios, ácidos y sales a través de varios apartados. En la tabla 11 se realiza un esquema sobre los tipos de compuestos y las tipologías de nomenclaturas respectivas que se contemplan en este manual.

Tabla 11.

Nomenclaturas utilizadas para los diferentes compuestos inorgánicos en el libro de la Editorial Santillana

Compuesto	Nomenclatura sistemática	Nomenclatura de Stock	Nomenclatura tradicional
Compuestos binarios*	Combinaciones del H con elementos de los grupos 13-17	•	
	Hidrácidos		•
	Óxidos	•	•
	Peróxidos	•	•
	Hidróxidos	•	•
	Ácidos inorgánicos	•	
Sales	•		•

*Faltan hidruros metálicos.

Si se comparan ambas editoriales, se observa que:

- En ambos manuales se introducen tanto el concepto de valencia como el de número de oxidación, este último a través de una tabla periódica esquemática con los principales números de oxidación de los elementos. Hay una pequeña diferencia a este respecto entre ambas editoriales: en la Editorial SM se explican las reglas para calcular el número de oxidación, mientras que la Editorial Santillana se limita a poner de manifiesto que los números de oxidación de metales son siempre positivos y los de los no metales pueden ser positivos o negativos.
- En la Editorial Santillana se explican las combinaciones del hidrógeno con los elementos de los grupos 13 al 17, nombrándolos como “nombres de hidruros progenitores” e “hidrácidos” a aquellos de los grupos 16 y 17. Resulta bastante confuso ya que el mismo compuesto aparece como hidruro progenitor y como hidrácido, con dos nombres diferentes, en dos apartados diferentes. Por ejemplo, H_2S se nombra como sulfano (hidruro progenitor) y como ácido sulfhídrico (hidrácido). Sin embargo, en la

Editorial SM se explican como hidruros metálicos, no metálicos y haluros de hidrógeno. Al clasificarlos así, no da lugar a confusiones.

- Óxidos, peróxidos e hidróxidos se nombran mediante la nomenclatura sistemática y la de Stock en ambos libros. En la Editorial Santillana, los hidróxidos se sitúan dentro de los compuestos binarios y no se estudian las combinaciones de no metales con no metales ni las sales hidrácidas (metal con no metal). En la Editorial SM, también se estudian otras combinaciones binarias entre no metales y entre metal-no metal.
- Para nombrar los oxoácidos y las oxosales, la Editorial SM utiliza la nomenclatura tradicional, mientras que la Editorial Santillana añade además la sistemática, la cual resulta bastante más complicada y tiene menor uso, por tanto se puede considerar innecesaria para los estudiantes de 4º de ESO.
- En el libro editado por SM se proponen más tipos de compuestos que en el libro editado por Santillana.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Son muchos los estudios y las investigaciones que se han llevado a cabo con el fin de mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en la etapa educativa de la secundaria obligatoria. En este apartado, se analizan y comentan algunos de ellos relacionados con la química en general y otros relacionados concretamente con la enseñanza de la formulación química.

Aproximadamente, desde finales de los años 90, se han estado investigando las actitudes negativas de los estudiantes hacia las ciencias y las posibles soluciones (Solbes y Vilches, 1997; Cantú, 1999; Gómez-Moliné, Morales & Reyes-Sánchez, 2008; Robles, Solbes, Cantó y Lozano, 2015). La mayoría de los estudios atribuyen estas actitudes a los contenidos y a la metodología de enseñanza, por lo que son estos factores los que se van a analizar en principio.

3.1 Factores que provocan la desmotivación del alumnado por las ciencias

Se puede considerar que uno de los principales objetivos de la enseñanza de las ciencias es que los estudiantes sepan desenvolverse en un mundo impregnado por los desarrollos científicos y tecnológicos, de manera que sean capaces de adoptar actitudes responsables y tomar decisiones fundamentadas frente a esos desarrollos y sus consecuencias (Aikenhead,

1985). Es decir, la alfabetización científica es la finalidad fundamental que persigue la educación científica en los cursos obligatorios de enseñanza.

Sin embargo, dicho objetivo no se ha alcanzado realmente en la práctica por varias razones que se comentarán a continuación.

En un estudio pionero realizado por Gil (1993), ya se denunciaba que popularmente se tiene una visión deformada y empobrecida de la ciencia y de los científicos, a la que poco o nada se trata de superar desde la enseñanza. Por el contrario, la enseñanza de las ciencias es una de las vías que mayor importancia adquiere en la propagación de esta concepción acerca de la ciencia y de los científicos. Algunas de las deformaciones más comunes sobre la imagen de la ciencia difundida por la enseñanza, son:

- a) Visión empirista y ateórica. La ciencia no es solo observación, experimentación e inducción a partir de los datos de laboratorio, sino que también comprende una parte teórica relacionada, por ejemplo, con el planteamiento de problemas o con la emisión de hipótesis.
- b) Visión aproblemática y ahistórica. Los conocimientos científicos han sido contruidos a partir de problemas que han ido surgiendo durante la historia. Sin embargo, se enseñan como hechos asumidos.
- c) Visión individualista. Se ignora el trabajo colectivo de grupos de científicos, presentando descubrimientos como la obra de genios aislados.
- d) Visión elitista. Pues se piensa que la ciencia está reservada para aquellas mentes más inteligentes y, en algunas ocasiones, esta visión elitista viene acompañada de una imagen sexista de la ciencia.
- e) Visión descontextualizada socialmente. Es decir, alejada de la realidad social y de sus problemas.

Esta imagen de la ciencia popular de la ciencia es transmitida a través de la enseñanza académica, excesivamente centrada en los cursos superiores, menospreciando el interés que los estudiantes deberían despertar hacia la misma. Así, Vilches y Furió (1999) nos dicen que muchos de los profesores orientan la enseñanza hacia la preparación de los cursos superiores y a la formación de futuros científicos, en vez de orientarla al conocimiento científico necesario para la resolución de problemas y/o necesidades de la vida diaria. Y muchos años

después, es refrendado por Solbes, Montserrat y Furió (2007): “la enseñanza habitual de la Física y la Química sigue centrada en los aspectos más conceptuales y propedéuticos, con escasas referencias a otros aspectos que conseguirían una mayor motivación del alumnado y un aumento de su interés hacia el estudio de las ciencias” (p. 93).

Concretamente, para la enseñanza de la química, Galiano (2014), considera que ofrece “contenidos que se encuentran muy alejados de los intereses de los estudiantes, ya que no se contemplan ni su carácter humanístico, ni sus implicaciones sociales y se tienen poco en cuenta las interrelaciones con otras disciplinas como la biología, la física, la matemática o las ciencias de la tierra” (p. 28).

A esto hay que añadir la manera en la que se lleva a cabo la evaluación. Normalmente se basa en los contenidos conceptuales, sin tener en cuenta la metodología llevada a cabo para la resolución de problemas ni los contenidos actitudinales mencionados anteriormente.

Además, el currículum oficial no contiene objetivos actitudinales que promuevan el interés y el gusto del alumnado por las actividades científicas. Esto implica que algunos profesores no se preocupen por la motivación de sus estudiantes y simplemente se dediquen a impartir clases magistrales. No obstante, cabe destacar que la investigación en el dominio afectivo en la enseñanza de las ciencias ha ido adquiriendo mayor importancia en los últimos tiempos.

Algunos docentes tienen la idea de que el desinterés por las ciencias viene provocado por la diferencia funcional existente entre la capacidad intelectual de los estudiantes y el aumento de la dificultad de los estudios científicos a medida que se eleva el nivel del curso (Gil, Carrascosa, Furió & Martínez, 1991).

Se pueden considerar otras causas externas al proceso de enseñanza como consecuencia de las actitudes negativas de los estudiantes. Por ejemplo, su procedencia social o el mayor interés por otras actividades. Asimismo, se pueden considerar diversos factores escolares como, por ejemplo, el clima del aula y del centro, el tipo de enseñanza o la actitud y expectativas del profesorado hacia el éxito de los estudiantes (Vilches & Furió, 1999).

En lo que respecta a metodología didáctica, la mayoría de los docentes utiliza el método tradicional de enseñanza, donde abunda la transmisión de información. El profesor es un expositor y el estudiante un simple receptor de la información. Posiblemente, el empleo de esta metodología se atribuye tres razones: una profunda resistencia al cambio por parte de los

docentes, miedo a perder el control de la clase, o simplemente falta de tiempo (Cantú, 1999). Esta estrategia no favorece la intervención del estudiante (Galiano, 2014).

En definitiva, no se suele fomentar que los estudiantes se hagan responsables de su propio aprendizaje, por lo que se genera dependencia de la metodología utilizada por el profesor, falta de relación en los conceptos estudiados en los libros de consulta y una acumulación de ideas sin relación con su medio y sus intereses.

3.2 Factores asociados a una enseñanza errónea y deformada de la formulación química

El aprendizaje de la nomenclatura química es para muchos estudiantes el primer contacto con la química y puede resultar un obstáculo para la comprensión de diferentes temas posteriores. Algunos logran superar sus dificultades con éxito, pero otros no pueden seguir el ritmo de la clase (Garrido-Escudero, 2013).

Gómez-Moliné et al. (2008) enumeran ciertas dificultades del aprendizaje de la nomenclatura inorgánica y su formulación. Entre las principales dificultades, se encuentran:

- Los estudiantes no son conscientes de lo que están aprendiendo, ya que no conocen la amplia gama de compuestos químicos que existe ni la necesidad de requerir un lenguaje especial.
- La formulación se estudia como un tema aislado de contexto, por lo que el estudiante no relaciona la importancia de este tema con su medio y sus intereses.
- El mito de la dificultad del estudio de la nomenclatura. Los estudiantes llegan a clase con el prejuicio de que aprender a formular o nombrar compuestos químicos es muy difícil.
- Es muy habitual que confundan las reglas de nomenclatura. Por lo que los estudiantes tienden a memorizarlas, sin comprenderlas, adquiriendo así un aprendizaje a corto plazo.
- Se evalúan los exámenes por las respuestas correctas, y no se consideran las razones por las que el estudiante llega a una determinada conclusión.

Otro factor que muy seguramente influye para la adquisición de la nomenclatura química, es la poca importancia que se le da al tema, ya que no vinculamos éste con el entorno del

estudiante y propiciarle la motivación. Además no se lleva a cabo un uso continuo, revisión y aplicación a lo largo del curso. No se enfatiza que es primordial para la escritura y formulación de ecuaciones químicas y otros temas posteriores (Cantú, 1999).

De acuerdo con la experiencia de Garrido-Escudero (2013), los estudiantes normalmente se enfrentan a cinco barreras en el aprendizaje de la nomenclatura química en su primera etapa de aprendizaje:

- 1) Falta de familiaridad con los elementos y la tabla periódica.
- 2) Falta de conocimiento sobre las configuraciones electrónicas de los elementos y sus estados de oxidación.
- 3) Dificultades al identificar los distintos tipos de compuestos químicos.
- 4) Falta de comprensión de la nomenclatura química sistemática y sus normas.
- 5) Dificultades en entender que representa una fórmula química o su nombre.

Si los estudiantes logran superar estas barreras, el interés por la química será mayor y la asignatura será de su agrado. Por el contrario, si no logran superar estas barreras, abandonarán el estudio de la química.

Pero quizás el factor más determinante de la enseñanza esté directamente relacionado con el profesorado, tanto por las técnicas didácticas que emplean como por los contenidos que deciden inculcar a los estudiantes. En este sentido, Fernández (2013) realizó una investigación sobre las propuestas de futuros profesores para la enseñanza de la formulación en sus niveles iniciales. Como resultado de esta investigación, concluyó que la mayoría de los profesores se ciñen a explicar el contenido de una forma tediosa, revelando un entramado de ideas y estrategias poco deseables. Es decir, no se tiene en cuenta el conocimiento didáctico del contenido, que se define como el conocimiento que debe tener el profesor sobre cómo enseñar unos contenidos determinados (Acevedo, 2009).

Por todas las razones mencionadas, la Real Sociedad Española de Química (2016) –en adelante RSEQ (2016) – ha elaborado unas recomendaciones a tener en cuenta para la enseñanza de la nomenclatura inorgánica en la etapa secundaria obligatoria, con el fin de adaptar los criterios a la edad de los estudiantes y a sus capacidades.

Dichas recomendaciones se consideran muy importantes por su capacidad de unificar el conocimiento didáctico y el conocimiento del contenido, adaptando ambos a cada etapa educativa. Por ello, se procede a continuación al análisis detallado de esta propuesta.

Las recomendaciones propuestas se basan en una programación en espiral. Esto quiere decir que se va introduciendo los compuestos y sus nomenclaturas de modo gradual e incrementando la complejidad a través de los cursos. Se formulan tres niveles distintos de recomendaciones:

1. “Lo que ha de hacerse”, basado en el RD 1105/2014 por el que se establece el currículo básico, que ya ha sido comentado anteriormente en el apartado 2.1. de este trabajo.
2. “Lo que se puede hacer (como ampliación)”, aquellos conocimientos “extra” que se podrían incluir en alguna etapa educativa.
3. “Lo que se desaconseja hacer”, ya sea desde un punto de vista pedagógico (por no ser adecuado a la edad de los estudiantes) o conceptual (por ser incorrecto de acuerdo con las reglas de la IUPAC).

Veremos ahora las propuestas de este trabajo para 2º ESO.

El primer nivel –lo que ha de hacerse- está basado en los contenidos de la legislación educativa. En el análisis del marco legal llevado a cabo en el apartado 2.1. de este trabajo, desvelamos los contenidos curriculares propuestos para cada curso académico en relación a la formulación química. Así, por ejemplo, se observó que en los niveles iniciales (2º y 3º de ESO), únicamente se propone la enseñanza de la formulación y nomenclatura de los compuestos binarios. Por ello, en esta propuesta se aconseja, para 2º de ESO, que lo que hay que enseñar es la formulación de compuestos binarios mediante la nomenclatura de composición, utilizando solo los prefijos multiplicadores. Es decir, se refiere a la nomenclatura que comúnmente denominamos sistemática. También sugiere que habría que enseñar simplemente tres nombres vulgares (aceptados por la IUPAC), que son: amoníaco, metano y agua.

En el segundo nivel -como ampliación-, se podrían enseñar los hidróxidos mediante la nomenclatura sistemática. Éstos son compuestos ternarios, que no están incluidos en el currículo oficial de este curso, pero tienen las mismas reglas de nomenclatura que los compuestos binarios. De hecho, algunos autores los clasifican como compuestos binarios, como se puede observar en uno de los libros de texto analizados en el apartado anterior (Vidal, de Prada, de Luis, Pichardo & Sanz, 2011).

No se aconseja recurrir a la memorización de los números de oxidación, ni a la utilización de éstos como método de nomenclatura (es decir, no emplear la nomenclatura de Stock en

este curso). Tampoco se recomienda utilizar la nomenclatura tradicional, ya que en estos casos los conceptos de número de oxidación y de valencia son muy abstractos para estudiantes de este nivel.

En 3º de ESO, esta propuesta considera que se debe añadir la formulación de iones monoatómicos (con el correspondiente concepto de “número de carga”), introducir los nombres de los haluros de hidrógeno como “ácido ...hídrico” (reconociendo que no se trata de compuestos químicos, sino de disoluciones) y también los nombres tradicionales de los compuestos que forman los grupos del Carbono y del Nitrógeno con el Hidrógeno (metano, silano, amoníaco, fosfano...). Además, se considera que se debe saber nombrar y formular compuestos binarios mediante la nomenclatura sistemática.

Se propone, además, la introducción del estudio del número de oxidación de ciertos elementos (hidrógeno, alcalinos, alcalinotérreos, plata, cinc, aluminio, halógenos, carbono y azufre) y, a partir de éstos, nombrar compuestos binarios utilizando la nomenclatura de Stock.

Se desaconseja utilizar el número de carga para nombrar compuestos y el uso de la nomenclatura tradicional.

De acuerdo con el RD 1105/2014, en 4º de ESO los contenidos que se deben enseñar se amplían e incluye la formulación de los compuestos ternarios. Por ello, para este curso de 4º ESO, se hacen las siguientes recomendaciones sobre lo que se debe enseñar:

- Escribir y formular compuestos binarios mediante la nomenclatura sistemática y la nomenclatura de Stock (aunque para ésta se recomienda el uso de la tabla periódica, no el estudio memorístico de los números de oxidación).
- Escribir y formular hidróxidos mediante la nomenclatura sistemática.
- Introducir cuatro oxoácidos a partir de su nombre vulgar reconocido por la IUPAC (ácido nítrico, ácido sulfúrico, ácido carbónico y ácido fosfórico).
- Introducir oxosales correspondientes utilizando: metales alcalinos, metales alcalinotérreos, plata, cinc y aluminio.
- Introducir la nomenclatura de iones heteropoliatómicos correspondientes (sulfato, nitrato, carbonato y fosfato).

Se podría ampliar la formulación de hidróxidos utilizando la nomenclatura de Stock, pero solo en caso de que sobrase tiempo. También se podrían nombrar los ácidos de los halógenos mediante la nomenclatura tradicional.

En todo caso, se desaconseja utilizar la nomenclatura tradicional para la formulación de compuestos binarios e hidróxidos y la nomenclatura sistemática para oxoácidos y oxosales.

Resulta interesante, llegados a este punto, comparar las recomendaciones realizadas por la RSEQ (2016) con las propuestas de contenidos de los libros de texto vistos en el apartado 2.3., con el fin de observar las semejanzas y diferencias.

Recordando la tabla 10, en la que se disponían las distintas nomenclaturas empleadas en el libro de la Editorial SM con respecto a cada tipo de compuesto, se puede observar que:

- Los compuestos binarios e hidróxidos se nombran mediante la nomenclatura sistemática y la nomenclatura de Stock, tal y como se recomienda por la RSEQ (2016). La enseñanza de la nomenclatura de Stock para la formulación de hidróxidos no sería totalmente necesaria, aunque realmente no supone un gran cambio conceptual, ya que, como se ha mencionado anteriormente, las reglas de formulación de hidróxidos siguen las pautas de las de los compuestos binarios. En todo caso, para estos compuestos no se emplea la nomenclatura tradicional, coincidiendo también con “lo que no debe hacerse” según la RSEQ (2016).
- Para la formulación de oxoácidos se emplea la nomenclatura tradicional, tal y como se recomienda desde la RSEQ (2016). No obstante, encontramos una importante diferencia. Si bien la RSEQ (2016) establece que únicamente se deberían enseñar cuatro oxoácidos (los que se consideran más importantes), en el manual SM no se distinguen los ácidos más importantes, sino que se enseña la nomenclatura de ellos sin tener en cuenta su importancia. Esto hace que el número de oxoácidos propuesto sea mucho mayor.
- En el caso de las oxosales, las diferencias se incrementan. Por un lado, respecto a la nomenclatura, en el manual SM se propone utilizar tanto la nomenclatura tradicional como la de Stock, mientras que en la RSEQ (2016) se propone solo la tradicional. Además, del mismo modo que con los oxoácidos, en el manual SM no se limita el número de combinaciones de éstos con los metales, a diferencia de la propuesta de la RSEQ (2016) donde se propone introducir las oxosales correspondientes (nombres vulgares admitidos) a los cuatro oxoácidos, utilizando solo metales alcalinos y plata, metales alcalinotérreos, cinc y aluminio.

Si se compara ahora la tabla 11, correspondiente a los compuestos y nomenclaturas propuestas por la Editorial Santillana, con la realizada por la RSEQ (2016), se observa que:

- Los compuestos binarios e hidróxidos se nombran mediante la nomenclatura sistemática y la de Stock, tal y como se recomienda por la RSEQ (2016).
- En el caso de oxoácidos y oxosales, la formulación se establece mediante nomenclatura sistemática y nomenclatura tradicional. Es decir, además de la complejidad que conlleva el estudio de todos los ácidos inorgánicos, se aumenta la complejidad introduciendo una nomenclatura que, lejos de ser necesaria en esta etapa educativa, no está recomendada por la RSEQ (2016), al ser muy confusa para el alumnado.

Se puede concluir, en lo que refiere a estos aspectos, que en los libros de texto hay más información de la que se necesita para abordar los objetivos principales que establece el currículo oficial en lo que se refiere a formulación química inorgánica.

3.3 Propuestas de enseñanza-aprendizaje innovadoras

Del mismo modo que existen bastantes estudios que ponen de manifiesto la falta de motivación del alumnado hacia las ciencias, hay trabajos que realizan propuestas para solucionar este problema pedagógico. Concretamente, son bastante frecuentes los que hacen uso de innovaciones tecnológicas. En Química, las TIC permiten que los estudiantes realicen prácticas virtuales, puedan visualizar moléculas, analizar estructuras de compuestos en tres dimensiones, etc. lo que las hace especialmente útiles para *ver* lo que los propios ojos no permiten *ver*.

Son muchos y variados los recursos tecnológicos diseñados para la enseñanza de la formulación y la nomenclatura química. Un ejemplo es el que ofrece Rivera (2014), que diseña un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) que define como “un conjunto de recursos digitales constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización” (p. 30). En primer lugar, se destaca la importancia de la formulación haciendo un recorrido histórico de la misma mediante una conversación entre dos personajes. A continuación se procede al estudio de los compuestos binarios (divididos en tres unidades correspondientes a cada grupo funcional) y, posteriormente, los compuestos ternarios (subdivididos también en tres unidades). Tras cada unidad, se plantean actividades de aplicación, acompañadas de recordatorios de las ideas clave. Para terminar, se emplea un juego como evaluación, en el que los estudiantes pasan por una serie de escenarios de la vida cotidiana y deben reconocer los compuestos inorgánicos, y responder a las preguntas que le va haciendo el personaje. En las figuras 1 y 2 se muestran

ejemplos de la interface. La primera corresponde a una de las unidades de enseñanza de contenidos y la segunda a una de las actividades de aplicación.

Figura 1. Contenidos de la plataforma web de Rivera (2014)

Figura 2. Actividad de aplicación de la plataforma web de Rivera (2014)

También existen recursos que pueden desarrollarse mediante TIC o con materiales físicos. Es el caso de Garrido-Escudero (2013), que desarrolla un recurso denominado FORMula, consistente en asignar a los grupos de la tabla periódica una figura hecha de cualquier material, a la que se le añaden cuadrados cóncavos o convexos en uno de los lados del polígono para representar el número de oxidación del ión. Además, dentro del polígono se introduce el nombre del elemento químico con color y textura, de manera que dependiendo de estos parámetros podemos conocer el tipo de compuesto químico que puede formar el ión. En

las figuras 3 y 4 se muestran dos ejemplos de iones, donde se ponen de manifiesto diferentes estados de oxidación y cómo se formaría una molécula a partir de los polígonos de distintos elementos:

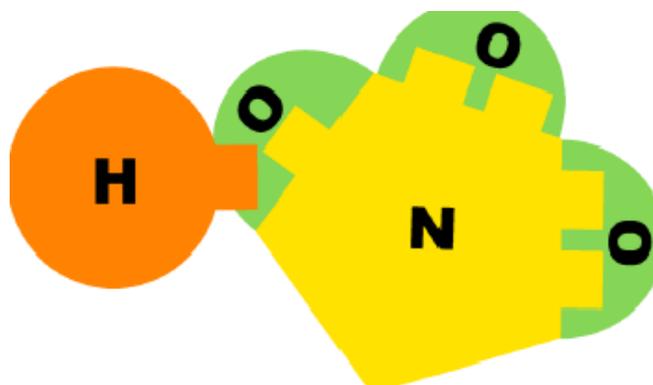


Figura 3. Ejemplo del recurso FORMula empleando TIC

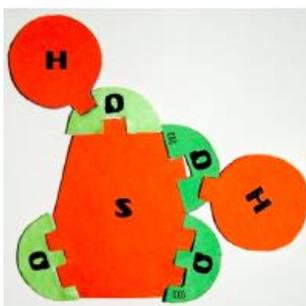


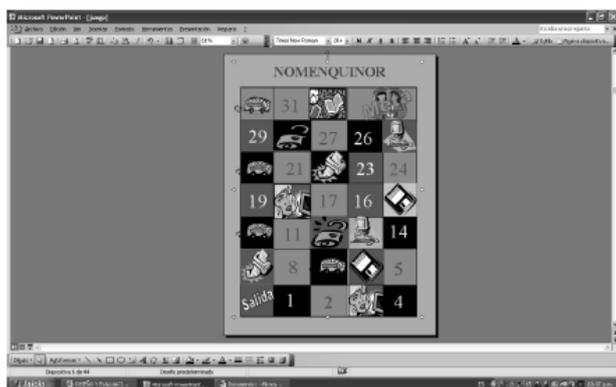
Figura 4. Ejemplo del recurso FOMula empleando materiales físicos

La utilización de estos paneles, ya sean físicos o virtuales, permiten obtener, según el autor, una mejora del aprendizaje y hacer que los conceptos aprendidos sean más fáciles de recordar por ser tan ilustrativos.

Por otro lado, también ha sido frecuente el empleo de juegos didácticos como método de enseñanza-aprendizaje. A este proceso se le denomina gamificación y se ha aplicado en distintas áreas de conocimiento, entre ellas la formulación y nomenclatura químicas (Maya, 2014). Por ejemplo, Chimenó (2000) plantea un juego basado en dos ruedas de colores, una que contiene 10 aniones y otra 10 cationes. El objetivo del estudiante es girar las ruedas, obteniendo diferentes compuestos iónicos hasta completar 100 compuestos iónicos. El juego ha demostrado tener un impacto positivo en la capacidad de escribir fórmulas correctamente.

Asimismo, Matute, Marcó, Di'Bacco, Gutiérrez & Tovar (2009) utilizaron también el juego como recurso de enseñanza-aprendizaje, y diseñaron uno que puede ser presentado a los

estudiantes como un tablero impreso o mediante la pizarra digital. El tablero contiene casillas con imágenes y números, donde se encuentran preguntas con opciones de respuestas. Los estudiantes van tirando el dado y contestando a las preguntas, y cuando fallan pierden el turno. Los autores demostraron que el juego propicia un efecto positivo en la comprensión de la nomenclatura. En la figura 5, se ilustra un ejemplo del tablero tanto en la modalidad virtual como impresa.



Tablero en el computador



Tablero impreso

Figura 5. Tablero del juego de Matute (2009)

Existen otros tipos de juegos: juegos de cartas, juegos televisivos, etc. que han sido adaptados a la formulación química inorgánica y que han tenido resultados bastante satisfactorios por ampliar la motivación del alumnado.

Aunque estos procesos de enseñanza-aprendizaje mejoren algunos resultados, no se consideran suficientes, ya que ponen el acento en la forma de presentación, y no tanto en los contenidos que se enseñan.

Fernández (2013; 2014) propone un cambio un poco más profundo en el proceso de enseñanza de la formulación.

Tras realizar un estudio sobre las ideas que tienen los futuros profesores acerca de cómo piensan que debería enseñarse la formulación, pone de manifiesto que responden a un patrón que denomina modelo docente espontáneo, que se caracteriza por un nivel conceptual alto, un exceso de contenidos, un afán clasificatorio –que conlleva a enseñar con la misma importancia grupos funcionales que no existen junto a otros que son muy importantes-, defensa de tópicos clásicos, tales como que hay que estudiar la tabla periódica o la “regla del intercambio”, etc.

Por todo ello, el autor realiza una propuesta de enseñanza, cuyos principios básicos son:

1. No enseñar simultáneamente contenidos poco asequibles, como conceptos colaterales (tabla periódica, enlaces) que se pueden desligar momentáneamente de la enseñanza de la formulación.
2. Realizar una clasificación en base a los tipos de compuestos, no a si estos contienen dos o tres elementos.
3. Considerar la formulación como la relación que existe entre elementos.
4. Utilizar el término de valencia preferentemente frente al de número de oxidación, por ser este último más abstracto y complejo.
5. Basar las reglas de formulación en las valencias, y no en las tradicionales reglas de intercambio y divisibilidad.
6. Enseñar el nombre más comúnmente empleado para los compuestos, de manera que se utilizará un tipo de nomenclatura u otra dependiendo del tipo de compuesto.

Además de estos principios básicos, se propone reducir los elementos y valencias que los estudiantes deben conocer. Propone concretamente centrar la atención en los siguientes elementos y valencias señaladas:

- No metales: Hidrógeno (I), Oxígeno (II), Carbono (II, IV), Cloro, Azufre, Nitrógeno.
- Metales: Sodio (I), Potasio (I), Cinc (II), Calcio (II), Plata (I), Hierro (II, III).

Se propone formar enlaces dependiendo de las valencias conocidas, teniendo presente que no pueden quedar “valencias” libres. Si hay alguna valencia libre, se debe añadir otro átomo hasta completar las valencias. Así, se pueden sustituir las normas de intercambio y simplificación, y se tiene una idea más clara de la estructura del compuesto, que puede ser bastante útil en cursos posteriores.

Además, la propuesta se limita al estudio de óxidos, hidróxidos, ácidos y sales. Para óxidos e hidróxidos propone usar la nomenclatura de Stock, pero únicamente de los elementos mencionados más arriba. Para oxoácidos y sales, propone memorizar los nombres vulgarmente aceptados por la IUPAC de cinco compuestos (ácido sulfuroso, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido carbónico y ácido nítrico) con sus correspondientes sales (sulfito, sulfato, cloruro, carbonato y nitrato).

Fernández (2013) apunta que al reducir drásticamente los contenidos de esta manera, al alumnado le resulta más asequible y se siente capaz de dominar el tema, por lo que mejora la actitud del mismo hacia la asignatura.

La publicación de esta propuesta, por ser tan drástica e innovadora, originó un debate con otro autor. Olivares (2014), uno de los autores de la propuesta de la RSEQ (2016), realiza un análisis crítico del artículo de Fernández (2013), en donde pone de manifiesto un rotundo desacuerdo con las ideas de éste. Resumidamente, destaca los siguientes aspectos en los que está disconforme:

- Nombres y fórmulas son el resultado de una serie de acuerdos, recogidos en el Libro Rojo de la IUPAC, que el autor parece desconocer.
- El argumento de la saturación de valencias no es suficiente para justificar que la composición de una sustancia sea la indicada por una fórmula o por otra.
- En la nomenclatura actual, no es posible sustituir los números de oxidación por valencias. Si se prescinden de éstos, hay que sustituirlos por números de carga o prefijos multiplicadores.
- La tabla periódica es necesaria para la ordenación.
- Exige memorizar un número muy pequeño de compuestos: cinco ácidos y sus cinco sales, el ión hidróxido, 10 valencias y alguna cosa más.

Tras esta crítica, Fernández (2014) se defiende añadiendo comentarios aclaratorios a su propuesta. Básicamente, clarifica que la propuesta está pensada para trabajar en los niveles iniciales en los que se enseña formulación. La idea es que empiecen a formular con una base conceptual mínima y afiancen el proceso. Una vez consolidado, admite nuevas incorporaciones. Además explica que desligar la enseñanza de la formulación de los tópicos (tabla periódica, teorías de enlace, número de oxidación...), no quiere decir que no se estudien. Y, por último, recalca la necesidad de lo que denomina “transposición didáctica”, es decir, adaptar los contenidos al nivel de los estudiantes.

De este debate, cabe destacar la diferencia de puntos de vista de diferentes profesores. Fernández (2013; 2014) muestra un punto de vista enfocado al estudiante y a sus capacidades, mientras que Olivares (2014) se centra en los contenidos disciplinares. En otras palabras, el primero desarrolla el conocimiento didáctico del contenido, mientras que el segundo simplemente se basa en el conocimiento del contenido. Para lograr unos buenos resultados en

la enseñanza, hay que prestarle atención tanto a los contenidos como a la didáctica de los contenidos.

3.4 Conclusiones de la revisión bibliográfica

A modo de síntesis, cabe relacionar, partiendo principalmente de la propuesta de Fernández (2013), las fórmulas químicas que se deberían enseñar en 4º de ESO y comparar los nombres propuestos para ellas, tanto por este autor como por la RSEQ (2016).

Recordemos para ello previamente algunas características principales de ambas propuestas.

- Respecto a la clasificación, la RSEQ (2016) propone la de tipo analítico (binarios, ternarios...), mientras que Fernández (2013) prefiere la de grupos funcionales (óxidos, hidróxidos, ácidos, sales).
- Fernández (2013) propone como base para la formulación el concepto básico de valencia. La RSEQ (2016) propone el número de oxidación.
- Las valencias de los elementos propuestas por Fernández son:
 - **No metales:** H: I / O: II / C: IV (II) [(II) significa que es poco frecuente en el C]
 - **Metales:** Na: I / Zn: II / Ca: II / Ag: I / Fe: II y III

Los números de oxidación propuestos por RSEQ (2016) son:

- H: -1 en las combinaciones con no metales y +1 en las combinaciones con los metales.
- Calcógenos: O (-2), S (-2).
- Halógenos en sus combinaciones no oxigenadas: -1.
- Metales: Alcalinos y Ag, +1; Alcalinotérreos y Zn, +2; Al, +3.
- Fernández (2013) propone para nombrar a los óxidos metálicos e hidróxidos, la nomenclatura Stock. Para los compuestos binarios de los no metales, la nomenclatura sistemática. La RSEQ (2016) propone para los compuestos binarios tanto la nomenclatura sistemática como la nomenclatura de Stock; Para los hidróxidos, la nomenclatura sistemática. Sin embargo, establece que las combinaciones binarias del hidrógeno con los compuestos de los grupos de Carbono y del Nitrógeno se nombren de la siguiente forma: CH₄ (metano), SiH₄ (silano), NH₃ (azano, amoniac), PH₃ (fosfano), AsH₃ (arsano), SbH₃ (estibano).
- Respecto a los oxoácidos, Fernández (2013) propone cinco (ácidos sulfúrico, sulfuroso, clorhídrico, carbónico, y nítrico), y la RSEQ (2016) propone cuatro (eliminando el sulfuroso). Las oxosales de Fernández (2013) son las que resultan de combinar los cinco

ácidos con los metales Na, Zn, Ca, Ag, Fe. Para la RSEQ (2016), utilizando solo metales alcalinos y Ag, metales alcalinotérreos y Zn y Al. Para ambos, la nomenclatura admitida es la vulgar o tradicional.

En definitiva, las fórmulas químicas postuladas en la propuesta de Fernández (2013) se recogen en las tablas 12 (óxidos), 13 (hidróxidos), 14 (ácidos) y 15 (sales). Junto a los nombres propuestos por este autor, se recoge también el nombre que le adjudica la RSEQ (2016).

Tabla 12.

Óxidos propuestos por Fernández (2013)

ÓXIDOS	NOMENCLATURA PROPUESTA POR FERNÁNDEZ (2013)	NOMENCLATURA PROPUESTA POR RSEQ (2016)
CO	Monóxido de carbono	Monóxido de carbono Óxido de carbono (II)
CO ₂	Dióxido de carbono	Dióxido de carbono Óxido de carbono (IV)
Na ₂ O	Óxido de sodio (I)	Monóxido de disodio Óxido de sodio (I)
ZnO	Óxido de zinc (II)	Monóxido de zinc Óxido de zinc (II)
CaO	Óxido de calcio (II)	Monóxido de calcio Óxido de calcio (II)
Ag ₂ O	Óxido de plata (I)	Monóxido de diplata Óxido de plata (I)
FeO	Óxido de hierro (II)	Monóxido de hierro Óxido de hierro (II)
Fe ₂ O ₃	Óxido de hierro (III)	Trióxido de dihierro Óxido de hierro (III)

Estimamos que la representación de óxidos no metálicos es realmente escasa, y que se deberían incluir los óxidos de S, N o Cl para tener una representación de éstos más acorde con su importancia medioambiental.

Cabe destacar que la nomenclatura de los hidróxidos realizada por Fernández (2013), añade muy poca dificultad respecto a la de los óxidos, estudiada con anterioridad.

Tabla 13.

Hidróxidos a estudiar propuestos por Fernández (2013)

HIDRÓXIDOS	NOMENCLATURA PROPUESTA POR FERNÁNDEZ (2013)	NOMENCLATURA PROPUESTA POR RSEQ (2016)
NaOH	Hidróxido de sodio (I)	Hidróxido de sodio
Zn(OH) ₂	Hidróxido de zinc (II)	Dihidróxido de zinc
Ca(OH) ₂	Hidróxido de calcio (II)	Dihidróxido de calcio
AgOH	Hidróxido de plata (I)	Hidróxido de Plata
Fe(OH) ₂	Hidróxido de hierro (II)	Dihidróxido de hierro
Fe(OH) ₃	Hidróxido de hierro (III)	Trihidróxido de hierro

En cuanto a la formulación de ácidos, ambas publicaciones coinciden en el empleo de la nomenclatura tradicional y la simplificación del número de ácidos a estudiar por los estudiantes en esta etapa educativa. Aunque no coinciden totalmente en los ácidos a estudiar:

Tabla 14.

Ácidos propuestos por Fernández (2013) y por la RSEQ

ÁCIDOS	NOMENCLATURA PROPUESTA POR FERNÁNDEZ (2013)	NOMENCLATURA PROPUESTA POR RSEQ (2016)
H ₂ SO ₄	Ácido sulfúrico	Ácido sulfúrico
H ₂ SO ₃	Ácido sulfuroso	-
H ₂ CO ₃	Ácido carbónico	Ácido carbónico
HNO ₃	Ácido nítrico	Ácido nítrico
H ₃ PO ₄	-	Ácido fosfórico
*HCl	Ácido clorhídrico	Ácido clorhídrico

*Fernández (2013) incluye dentro de los ácidos, el ácido clorhídrico, a pesar de ser un ácido hidrácido y no un oxácido, ya que no hace distinciones entre diferentes grupos de ácidos. Por el contrario, la RSEQ insiste en distinguir los ácidos hidrácidos de los oxácidos, además de insistir en que cuando se nombra un hidrácido, no se está nombrando un compuesto, sino una disolución del mismo en agua. Además Fernández (2013) solo propone el estudio de uno, considerado el más importante, mientras que la RSEQ amplía la propuesta a cuatro, que son: ácido fluorhídrico, clorhídrico, bromhídrico y yodhídrico.

En cuanto a las sales, el número de ellas resultante para Fernández (2013) es muy inferior al de la RSEQ (2016), aunque ambas propuestas coinciden en la nomenclatura. Se sintetizan en la tabla 15.

Tabla 15.

Sales propuestas por Fernández (2013)

SALES	NOMENCLATURA	SALES	NOMENCLATURA
Na ₂ SO ₄	Sulfato de sodio	ZnSO ₄	Sulfato de zinc
Na ₂ SO ₃	Sulfito de sodio	ZnSO ₃	Sulfito de zinc
Na ₂ CO ₃	Carbonato de sodio	ZnCO ₃	Carbonato de zinc
NaNO ₃	Nitrato de sodio	Zn(NO ₃) ₂	Nitrato de zinc
NaCl	Cloruro de sodio	ZnCl ₂	Cloruro de zinc
CaSO ₄	Sulfato de calcio	Ag ₂ SO ₄	Sulfato de plata
CaSO ₃	Sulfito de calcio	Ag ₂ SO ₃	Sulfito de plata
CaCO ₃	Carbonato de calcio	Ag ₂ CO ₃	Carbonato de plata
Ca(NO ₃) ₂	Nitrato de calcio	AgNO ₃	Nitrato de plata
CaCl ₂	Cloruro de calcio	AgCl	Cloruro de plata
FeSO ₄	Sulfato de hierro (II)	Fe ₂ (SO ₄) ₃	Sulfato de hierro (III)
FeSO ₃	Sulfito de hierro (II)	Fe ₂ (SO ₃) ₃	Sulfito de hierro (III)
FeCO ₃	Carbonato de hierro(II)	Fe ₂ (CO ₃) ₃	Carbonato de hierro (III)
Fe(NO ₃) ₂	Nitrato de hierro (II)	Fe(NO ₃) ₃	Nitrato de hierro (III)
FeCl ₂	Cloruro de hierro (II)	FeCl ₃	Cloruro de hierro (III)

Por todo lo mencionado hasta el momento, se concluye que la propuesta pedagógica que se desarrollará en apartados sucesivos para 4º de ESO estará marcada por una reducción justificada en el número de los compuestos trabajados. La lista completa de dichos compuestos se muestra en la tabla 16.

Como se puede observar en la tabla 16, se han incluido los óxidos no metálicos de nitrógeno y azufre y se ha eliminado tanto el ácido sulfuroso como sus sales. Estas son dos variaciones de la propuesta de Fernández (2013), que se recogen en la de la RSEQ (2016) y que nosotros consideramos adecuada para que el estudiante de la educación obligatoria pueda afrontar en su futuro como ciudadano la problemática medioambiental con mejor conocimiento.

Tabla 16.

Selección de compuestos a estudiar en la propuesta pedagógica

Tipo de compuesto	Fórmula	Nomenclatura propuesta	Tipo de nomenclatura
Óxidos no metálicos	CO	Monóxido de carbono	Sistemática
	CO ₂	Dióxido de carbono	
	NO	Monóxido de nitrógeno	
	NO ₂	Dióxido de nitrógeno	
	N ₂ O	Monóxido de dinitrógeno	
	SO ₂	Dióxido de azufre	
	SO ₃	Trióxido de azufre	

Óxidos metálicos	Na_2O	Óxido de sodio (I)	Stock
	ZnO	Óxido de zinc (II)	
	CaO	Óxido de calcio (II)	
	Ag_2O	Óxido de plata (I)	
	FeO	Óxido de hierro (II)	
	Fe_2O_3	Óxido de hierro (III)	
Hidróxidos	NaOH	Hidróxido de sodio (I)	Stock
	Zn(OH)_2	Hidróxido de zinc (II)	
	Ca(OH)_2	Hidróxido de calcio (II)	
	AgOH	Hidróxido de plata (I)	
	Fe(OH)_2	Hidróxido de hierro (II)	
	Fe(OH)_3	Hidróxido de hierro (III)	
Ácidos	H_2SO_4	Ácido sulfúrico	Tradicional
	H_2CO_3	Ácido carbónico	
	HNO_3	Ácido nítrico	
	HCl	Ácido clorhídrico	
Sales	Na_2SO_4	Sulfato de sodio	Mixta: Tradicional + Stock (cuando el metal tiene más de una valencia)
	Na_2CO_3	Carbonato de sodio	
	NaNO_3	Nitrato de sodio	
	NaCl	Cloruro de sodio	
	CaSO_4	Sulfato de calcio	
	CaCO_3	Carbonato de calcio	
	$\text{Ca(NO}_3)_2$	Nitrato de calcio	
	CaCl_2	Cloruro de calcio	
	ZnSO_4	Sulfato de zinc	
	ZnCO_3	Carbonato de zinc	
	$\text{Zn(NO}_3)_2$	Nitrato de zinc	
	ZnCl_2	Cloruro de zinc	
	Ag_2SO_4	Sulfato de plata	
	Ag_2CO_3	Carbonato de plata	
	AgNO_3	Nitrato de plata	
	AgCl	Cloruro de plata	
	FeSO_4	Sulfato de hierro (II)	
	FeCO_3	Carbonato de hierro(II)	
	$\text{Fe(NO}_3)_2$	Nitrato de hierro (II)	
	FeCl_2	Cloruro de hierro (II)	
	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	Sulfato de hierro (III)	
$\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$	Carbonato de hierro (III)		
$\text{Fe(NO}_3)_3$	Nitrato de hierro (III)		
FeCl_3	Cloruro de hierro (III)		

4. PROPUESTA PEDAGÓGICA

4.1 Competencias y objetivos

4.1.1 Competencias

Se define competencia como la conjunción de conocimientos, habilidades prácticas, destrezas y actitudes que una persona desarrolla para lograr una acción. Es decir, la competencia implica “saber hacer” en una amplia diversidad de contextos. Se busca cambiar la educación memorística tradicional por una educación basada en experiencias útiles (reales o abstractas), a través del desarrollo de habilidades aplicativas, investigativas y prácticas.

Surgen a partir de las orientaciones marcadas por la Unión Europea sobre la necesidad de la adquisición de competencias clave por parte de la ciudadanía como condición indispensable para lograr que los individuos alcancen un pleno desarrollo personal, social y profesional que se ajuste a las demandas de un mundo globalizado y haga posible el desarrollo económico, vinculado al conocimiento.

El término competencia se introduce en el sistema educativo español a partir de la publicación de la Ley Orgánica de Educación (LOE, 2006), que establece la adquisición de competencias básicas como una finalidad de la ESO. Aunque sufre algunas modificaciones en la publicación de la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE, 2013). De acuerdo con la 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, se distinguen siete competencias clave, que son:

- ❖ Comunicación lingüística.
- ❖ Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
- ❖ Competencia digital.
- ❖ Aprender a aprender.
- ❖ Competencias sociales y cívicas.
- ❖ Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor.
- ❖ Conciencia y expresiones culturales.

A través de la propuesta pedagógica que se presenta en este trabajo, se pretende contribuir a la adquisición de las competencias que se exponen a continuación:

- Competencia lingüística (CCL): se define como el resultado de la acción comunicativa, donde el individuo interactúa con otros interlocutores a través de múltiples modalidades. Se trabaja mediante la lectura de textos, la interacción entre compañeros, la redacción de actividades, etc. Además se busca que los estudiantes aprendan los nombres de algunos compuestos químicos, por lo que también ayuda a enriquecer su vocabulario.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT):
 - o Competencia matemática: se refiere a la capacidad de aplicar el razonamiento matemático y sus herramientas para escribir, interpretar y predecir distintos fenómenos en su contexto. Requiere conocimientos sobre operaciones, números, medidas, cantidad, espacios, formas, datos, etc. Todos estos conocimientos se van a aplicar al construir los elementos y las moléculas de compuestos, ya que los estudiantes van a preparar cada uno de los elementos a estudiar, considerando su tamaño, y van a combinarlos para formar diferentes compuestos de acuerdo al número de valencia y al tipo de compuesto que se trate.
 - o Competencias básicas en ciencia y tecnología: son aquellas que proporcionan un acercamiento al mundo físico, contribuyendo al desarrollo del pensamiento científico. Durante esta propuesta se pretende que los estudiantes aprendan a reconocer algunos de los compuestos químicos más importantes, por lo que se puede considerar que es la competencia más trabajada en la propuesta.
- Competencia para aprender a aprender (CAA): requiere conocer y controlar los propios procesos de aprendizaje con el fin de que éste sea cada vez más eficaz y autónomo. Para ello, se requiere destrezas relacionadas con la reflexión y la toma de conciencia de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Esta competencia se desarrolla al permitir que los estudiantes construyan, pues de esta manera ellos son los responsables de realizar el proceso de aprendizaje.
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE): se requiere capacidad de análisis, planificación, organización, gestión y toma de decisiones, además de resolución de problemas y comunicación. Para esta propuesta, se puede considerar como una competencia transversal al hacer que los estudiantes tengan sentido de la iniciativa para combinar elementos y terminen creando moléculas.
- Competencias sociales y cívicas (CSC):

- Competencia social: se relaciona con el bienestar social y colectivo. Se requieren destrezas como la capacidad de comunicarse constructivamente en distintos entornos, mostrar tolerancia, expresar y comprender puntos de vista diferentes y respetar las diferencias.
- Competencia cívica: se basa en el conocimiento crítico de los conceptos de democracia, justicia, igualdad, ciudadanía y derechos humanos y civiles. Las destrezas de esta competencia están relacionadas con la habilidad para interactuar eficazmente en el ámbito público y para manifestar solidaridad e interés por resolver los problemas que afecten al entorno escolar y a la comunidad.

Se puede considerar una competencia que debería estar presente siempre en el aula y en el centro escolar, debido a que todos esos valores sociales y cívicos deben promoverse y enfatizarse con el fin de que los estudiantes terminen esta etapa siendo personas con valores.

Las únicas competencias que no se ponen de manifiesto en esta propuesta son la competencia digital, por emplear recursos físicos para que los estudiantes trabajen y se aproximen a la realidad de la estructura de las moléculas, y la competencia en conciencia y expresiones culturales, por estar enfocada a la riqueza y el patrimonio de pueblos, culturas, etc.

En la tabla 17, se relacionan las competencias clave con las distintas tareas que se desarrollarán a continuación, marcando en cada caso las competencias que se pretenden desarrollar en cada tarea.

Tabla 17.

Relación entre las competencias clave y las tareas de la propuesta

Competencias	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3	Tarea 4	Tarea 5	Tarea 6	Tarea 7	Tarea 8	Tarea 9	Tarea 10	Tarea 11	Tarea 12
CCL	X	X	X	X			X	X	X	X		
CMCT	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X
CAA		X			X	X	X	X	X	X	X	X
SIE					X	X	X	X	X	X		
CSC	X	X	X	X							X	X

4.1.2 Objetivos

El currículo básico correspondiente a las asignaturas de la ESO y el Bachillerato se ha diseñado partiendo de los objetivos propios de cada etapa y de las competencias que se van a desarrollar y se ha recogido en el RD 1105/2014.

La materia de “Física y Química” contribuye a la consecución de algunos de estos objetivos generales de la etapa secundaria obligatoria, principalmente el objetivo “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.”, pues en esta materia se adquieren conceptos y procedimientos básicos para interpretar la realidad y poder solucionar diferentes problemas que se plantean en la misma, así como para ayudar a poder explicar y predecir fenómenos naturales cotidianos.

De manera transversal, también ayuda a alcanzar otros objetivos, debido a que esta materia contribuye a desarrollar en el alumnado actitudes críticas ante los avances científicos, fomenta una actitud de participación y de toma de decisiones fundamentadas e impulsa a que los estudiantes valoren las consecuencias de la relación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente.

Los objetivos específicos de esta propuesta serían:

1. Describir propiedades de la materia.
2. Utilizar procedimientos que permitan saber si un material es una sustancia simple o compuesta, o bien una mezcla.
3. Justificar la diversidad de sustancias que existen en la naturaleza y que todas ellas están constituidas de unos pocos elementos.
4. Utilizar el lenguaje químico para nombrar y formular compuestos inorgánicos.

4.2 Contenidos

Los contenidos son estipulados según 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. Estos contenidos se pueden agrupar en cinco bloques en la ESO:

1. La actividad científica.
2. La materia.
3. Los cambios.

4. El movimiento y las fuerzas.
5. Energía.

Dentro de estos bloques, los contenidos a tratar en esta propuesta se encuentran en el Bloque 2 (La materia) y son:

1. El sistema periódico y configuración electrónica.
 - Agrupar por familias los elementos representativos y los elementos de transición según las recomendaciones de la IUPAC.
2. Formulación y nomenclatura de compuestos inorgánicos.
 - Formular y nombrar compuestos ternarios siguiendo las normas IUPAC.

4.3 Metodología

Desde la publicación de la LOE y posteriormente de la LOMCE, la metodología que se presenta en cualquier trabajo es aquella que se basa en el desarrollo de competencias. Por tanto, el enfoque metodológico cambia totalmente de la metodología tradicional, basada en la simple transmisión de conocimientos, a una metodología en la que se enseña cómo, cuándo o dónde aplicar los conocimientos. Esto requiere un cambio de mentalidad por parte del profesorado y cambiar el método de trabajo al que están acostumbrados.

En la mayoría de los casos, este enfoque utiliza las TIC y otros medios digitales como herramienta fundamental. En nuestro caso, sin embargo, serán fundamentalmente medios físicos innovadores.

De acuerdo con el Real Decreto 1105/2014, “para una adquisición eficaz de las competencias y su integración efectiva en el currículo, deberán diseñarse actividades de aprendizaje integradas que permitan al alumnado avanzar hacia los resultados de aprendizaje de más de una competencia al mismo tiempo” (p. 172). Es decir, la enseñanza por competencias requiere de lo que se denominan actividades transversales, pues aunque resulten más complejas para el docente, de ellas se obtiene un aprendizaje más práctico, a largo plazo y de varias competencias a la vez. Algunas de estas actividades trasversales pueden ser:

- Proyectos: se plantea una situación o problema próximo a la realidad del estudiante y se lleva a cabo un plan de trabajo, donde los estudiantes construyen su propio conocimiento. En este tipo de actividades es muy común incluir actividades basadas en aprendizaje cooperativo.

- Webquests: emplean los medios digitales e internet para fomentar la indagación de los estudiantes, de manera que a la vez que aprenden los conocimientos necesarios, también aprenden a analizar y seleccionar la información.

En algunas investigaciones se ha demostrado que el hecho de presentar una situación dentro de un contexto ayuda a transferir las competencias adquiridas a otras situaciones, por asumir así los estudiantes el conocimiento en un sentido más amplio, creativo y flexible (Benarroch, 2010; Pérez Gómez, 2007; Ruiz, 2014). Se genera por tanto un aprendizaje que termina siendo más significativo y funcional.

Por tanto la metodología a emplear durante esta propuesta pedagógica, se puede considerar como la de un proyecto dirigido, pues plantea un problema de investigación con relación a la contaminación atmosférica que produce la central térmica de Melilla, a partir de un par de noticias. Este problema sirve de introducción para el estudio de los compuestos químicos que existen a nuestro alrededor. Se construye un plan de trabajo para conocer los distintos tipos de compuestos y los estudiantes son los responsables de ir construyendo su conocimiento.

4.4 Actividades

4.4.1 Descripción y secuenciación

Las tareas que se van a presentar en esta unidad didáctica se pueden agrupar en tres grupos de acuerdo a la finalidad de las mismas. Así, nos encontraremos:

1. Tareas de introducción: donde se plantea un problema medioambiental a partir del cual se procederá a introducir el tema.
2. Tareas de desarrollo: a través de las cuales se introducen los contenidos.
3. Tareas de refuerzo: aquellas actividades que sirven para repasar o afianzar conceptos.
4. Tarea de evaluación: a partir de la cual se podrá valorar la adquisición del conocimiento de los estudiantes, así como si se han logrado los objetivos establecidos durante la propuesta pedagógica.

TAREAS DE INTRODUCCIÓN

❖ *Tarea 1. ¿Qué pasa en Melilla?*

ACTIVIDAD 1.1. Se muestran a los estudiantes dos noticias relacionadas con los malos olores procedentes de la central eléctrica de Melilla (ENDESA):

- “Denuncian a ENDESA Melilla por malos olores”
(<http://www.ecologistasenaccion.org/article31715.html>)
- “ENDESA Melilla es la 7º instalación más contaminante de toda Europa”
(<http://www.ecologistasenaccion.es/article31907.html>)

Aleatoriamente, se escoge a un estudiante para que lea una noticia y a otro para que explique lo que ha entendido de ésta. El proceso se repite para la otra noticia.

ACTIVIDAD 1.2. A continuación, se crea un debate en clase dejando que los estudiantes expresen su opinión. Este debate puede empezarse con preguntas como: ¿Habéis oído alguna vez esto? ¿Sabéis de dónde vienen estos olores? ¿Pensáis que es bueno para la salud de los ciudadanos?

OBJETIVO: Contextualizar la unidad a partir de una situación real y cercana al propio entorno de los estudiantes.

❖ *Tarea 2. ¿Por qué huele tan mal?*

ACTIVIDAD 2.1. Tras el debate, se separa a los estudiantes por parejas. A cada pareja se le facilita un fragmento de un informe sobre la calidad del aire realizado en 2013 (https://www.melilla.es/melillaportal/RecursosWeb/DOCUMENTOS/1/0_12229_1.pdf)

La tarea trata sobre la búsqueda de los contaminantes que causan el mal olor, es decir, los contaminantes atmosféricos que emite la empresa. Por tanto, conviene aclarar a los estudiantes que es un texto difícil de entender, pero que sólo tienen que subrayar los nombres de los productos que crean que son las causas del mal olor y que hay fragmentos de texto que son obsoletos para esta finalidad.

OBJETIVO: Indagar sobre las causas del problema planteado.

❖ **Tarea 3. ¿Conoces algún elemento/sustancia química?**

ACTIVIDAD 3.1

Se trata de que reflexionen si alguna vez han escuchado hablar sobre algún elemento o sustancia química. Al tratarse de 4º de ESO, los estudiantes deberían haber estudiado ya en el curso anterior hasta los compuestos binarios. Esta actividad está pensada para que el profesor se haga una idea de los conocimientos previos de los estudiantes.

ACTIVIDAD 3.2

Tras pensar en compuestos, se realiza una lluvia de ideas, elaborando una lista en la pizarra de todos los que recuerden desordenadamente.

OBJETIVO:

Saber cuáles son los conocimientos previos de los estudiantes sobre los términos de elemento, sustancia, etc.

❖ **Tarea 4. ¿Son elementos o compuestos?**

ACTIVIDAD 4.1

Se pide a los estudiantes que elaboren una tabla de dos columnas para clasificar la lista hecha en la pizarra. En una de las columnas deben poner lo que ellos piensen que son los elementos de la tabla periódica y en otra los que consideran que son compuestos químicos.

Con estas tareas se pretende saber qué conocen los estudiantes sobre química, es decir, sus ideas previas, y saber con qué conceptos están familiarizados.

OBJETIVO:

Clasificar una serie de compuestos en elementos o compuestos químicos.

TAREAS DE DESARROLLO

❖ **Tarea 5. Preparación de los elementos**

ACTIVIDAD 5.1

El profesor presenta los elementos que van a ser objeto de estudio de los estudiantes y las valencias con las que se va a trabajar. Se clasifican de acuerdo a:

- No metales: Hidrógeno, Oxígeno, Carbono, Nitrógeno y Azufre.
- Metales: Sodio, Calcio, Zinc, Plata y Hierro.

ACTIVIDAD 5.2

Previo a la construcción de los materiales, el profesor proporciona una tabla donde se muestran los elementos relacionados con colores, con el fin de estandarizarlos para que todos los estudiantes lo hagan igual.

En este caso, se han asignado los colores de acuerdo al esquema de colores CPK. Este sistema recibe el nombre por los químicos que desarrollaron el modelo (Corey, Pauling y Koltun). Es el convenio utilizado por los modelos de barras y esferas. Muchos de estos colores aluden nemotécnicamente a los colores de los compuestos en estado puro o formando compuestos destacados.

Los colores que se utilizarán se recogen en la tabla 18.

Tabla 18.

Colores a emplear para la construcción de los elementos, de acuerdo al esquema CPK.

Elemento	Color
Hidrógeno	Blanco
Oxígeno	Rojo
Carbono	Negro
Nitrógeno	Azul
Azufre	Amarillo verdoso
Cloro	Verde claro
Sodio	Violeta
Calcio	Verde oscuro
Zinc	Turquesa
Plata	Beis
Hierro	Naranja

ACTIVIDAD 5.3

Con la ayuda de la tabla periódica y de la tabla 18, los estudiantes preparan los distintos elementos haciendo formas redondas de plastilina. La tabla periódica se emplea para hacerse una idea del tamaño del elemento, mientras que la tabla 18 les indica el color. Cada estudiante debe preparar al menos una representación de cada elemento.

OBJETIVO:

Preparar materiales para la enseñanza de la formulación química.

Tomar conciencia sobre el tamaño de los átomos de los elementos.

❖ **Tarea 6. ¿En qué proporciones se pueden unir los elementos?**

ACTIVIDAD 6.1

El objetivo de esta tarea es comprender el concepto de valencia como un número asignado a cada elemento que indica la capacidad del elemento de combinarse con otros elementos. Para aprender a formular no es necesario aprenderse exactamente todas las valencias de todos los elementos, bastaría con saber algunas. Para esta propuesta, los estudiantes deberán aprender las siguientes valencias:

- No metales: Hidrógeno (I), Oxígeno (II), Carbono (IV, "II"), Nitrógeno (II, IV) y Azufre (II, IV y VI).
- Metales: Sodio (I), Calcio (II), Zinc (II), Plata (I) y Hierro (II y III).

La valencia entre comillas para el carbono significa que es poco frecuente.

ACTIVIDAD 6.2

A cada elemento preparado en la tarea anterior se le añade el número de palillos de su valencia.

ACTIVIDAD 6.3

Además de presentar este concepto, en esta tarea se manifiesta que la mayoría de las sustancias de la naturaleza son neutras, es decir, que la suma de sus cargas deberá ser cero. Aunque hay excepciones, como el caso de los iones.

Los elementos se van uniendo cuando se juntan dos palillos. Para crear una molécula, hay que ir juntando palillos hasta que no queda ningún palillo suelto. Como ejemplo, se prepara y explica la molécula de agua.

OBJETIVO:

Conocer la valencia de los elementos seleccionados.

Aprender que las moléculas son neutras y, por tanto, no tienen carga.

❖ **Tarea 7. Aprendiendo óxidos...**

El primer grupo de compuestos que se estudiarán son los óxidos. Dentro de los óxidos, se pueden diferenciar:

- Óxidos no metálicos: combinaciones de no metales con el oxígeno.
- Óxidos metálicos: combinaciones de metales con el oxígeno.

ACTIVIDAD 7.1

Se pide a los estudiantes que construyan las posibles combinaciones de los no metales con oxígeno que crean oportunas.

Como hemos mencionado en las conclusiones de la revisión bibliográfica, se cree más oportuno emplear la nomenclatura sistemática para los óxidos no metálicos. Por tanto, se enseña a los estudiantes que esas moléculas que han fabricado se nombran:

(Prefijo mutiplicador del Oxígeno) óxido +

(Prefijo multiplicador del no metal)(nombre del metal)

El prefijo multiplicador se obtiene del número de veces que vemos el elemento en la molécula. Por ejemplo: si aparece una vez, el prefijo es mono; si aparece dos veces, el prefijo es di; etc. Se acuerda que, cuando el no metal aparezca solo una vez, se prescinde del prefijo mono.

ACTIVIDAD 7.2

A continuación, se les pide a los estudiantes que repitan la misma operación pero en este caso las combinaciones del oxígeno con los metales.

En este caso, los compuestos obtenidos se nombran de la siguiente manera:

Óxido de (metal) (Valencia del metal en números romanos)

OBJETIVO:

Aprender la formulación de óxidos (metálicos y no metálicos).

❖ **Tarea 8. Hidróxidos**

ACTIVIDAD 8.1

Con esta actividad, se pretende que los estudiantes aprendan cómo se formulan los hidróxidos. Para ello, es necesario que comprendan que el ión hidroxilo actúa como si fuese un elemento con valencia 1.

A partir de la molécula de agua, creada en la actividad 6.3, se elimina un átomo de hidrógeno de ésta, formando así el ión hidroxilo. Por ser un ión, tiene una carga y por tanto no es una molécula neutra.

Para crear una molécula, tenemos que añadir metales.

ACTIVIDAD 8.2

Los estudiantes deben combinar los metales de la lista con el ión hidroxilo, de manera que no quede ningún palillo suelto, obteniendo moléculas neutras.

La manera de nombrar estas moléculas es mediante la nomenclatura de Stock:

Hidróxido de (metal) (Valencia del metal en números romanos)

OBJETIVO:

Aprender la formulación de hidróxidos.

❖ **Tarea 9. Ácidos**

En el caso de los ácidos, se utiliza la nomenclatura tradicional. Por lo que los estudiantes deben crear su estructura y memorizar el nombre de cada ácido seleccionado durante las conclusiones de la revisión bibliográfica.

ACTIVIDAD 9.1

En el caso de los ácidos, la estructura es un poco más complicada como para que los estudiantes puedan descubrirla por ellos mismos. Por lo que los estudiantes precisarán la ayuda del profesor para construirlos. Se partirá del no metal como átomo central y a partir de éste se irá añadiendo los oxígenos correspondientes y, por último, los hidrógenos. Así se formulan los ácidos oxácidos.

ACTIVIDAD 9.2

Se distingue el caso del ácido clorhídrico, pues es el único con una estructura simple y que no contiene oxígeno.

OBJETIVO:

Aprender la formulación de ácidos inorgánicos.

❖ **Tarea 10. Sales**

ACTIVIDAD 10.1

Con los ácidos preparados en la tarea 9, se van intercambiando los hidrógenos por cada uno de los metales y se van nombrando las moléculas que se obtienen. La nomenclatura utilizada para las sales es mixta, utilizando la nomenclatura tradicional, excepto cuando el metal tiene dos valencias, que se añade la valencia como en la nomenclatura de Stock.

OBJETIVO:

Aprender la formulación de sales inorgánicas.

TAREAS DE REFUERZO

❖ **Tarea 11. Búsqueda de etiquetas**

ACTIVIDAD 11.1

Al finalizar la tarea 10, se les pide a los estudiantes que para la siguiente sesión busquen en casa etiquetas de productos químicos y las traigan para analizarlos en clase. La idea es que relacionen los conceptos aprendidos con actividades de la vida cotidiana. Cada estudiante deberá traer al menos dos etiquetas.

ACTIVIDAD 11.2

Al comenzar la clase, se juntan todas las etiquetas, se revuelven y se reparten de nuevo.

ACTIVIDAD 11.3

Individualmente, deberán formular o nombrar los compuestos que vienen en las etiquetas y hacer un informe. Probablemente se encuentren con compuestos diferentes a los que se han estudiado durante las sesiones anteriores. En estos casos, basta con que sepan reconocer el tipo de compuesto con el que se encuentran e intentar formularlo con la ayuda de la tabla periódica y las valencias de los elementos.

El informe se entrega al profesor al finalizar la sesión.

OBJETIVO:

Reforzar los contenidos aprendidos sobre los diferentes compuestos químicos inorgánicos.

❖ ***Tarea 12. ¿Qué podemos decir sobre los contaminantes?***

ACTIVIDAD 12.1

Volviendo al problema inicial, se pide a los estudiantes que estudien los contaminantes, de forma que deben:

- Decir si se trata de un elemento, compuesto o mezcla.
- Deducir qué tipo de compuesto es y qué nomenclatura se utiliza para nombrarlo habitualmente.
- Escribir su fórmula.
- Buscar información sobre sus propiedades.

ACTIVIDAD 12.2

Realizar un debate en clase sobre las consecuencias que pueden tener estas emisiones.

OBJETIVO:

Comprobar si se han asimilado los conceptos clave.

Acercar los conceptos estudiados a la realidad de los contaminantes mencionados al principio de la unidad.

TAREA DE EVALUACIÓN

❖ Tarea 13. Evaluando conocimientos...

Esta tarea consiste en una prueba escrita que realizarán los estudiantes individualmente. Las actividades a continuación, representan un ejemplo de cómo serán evaluados los estudiantes.

ACTIVIDAD 13.1

Consiste en formular 10 sustancias de las estudiadas en la propuesta.

ACTIVIDAD 13.2

Consiste en nombrar 10 sustancias de las estudiadas en la propuesta.

ACTIVIDAD 13.3

Los estudiantes deben responder a una pregunta, que probablemente les resulte familiar: “¿Qué sustancias químicas conoces?”

OBJETIVO:

Comprobar si se han asimilado los conceptos clave.

4.4.2 Correspondencia entre objetivos específicos y objetivos de las tareas

En la tabla 19, se establece la correspondencia entre los objetivos específicos desarrollados en el apartado anterior y los objetivos de las distintas tareas.

Tabla 19.

Correspondencia entre objetivos específicos y objetivos de las tareas

Objetivos específicos	Objetivos de las tareas
Describir propiedades de la materia.	- Indagar sobre las causas del problema planteado.
	- Tomar conciencia sobre el tamaño de los átomos de los elementos.
	- Conocer la valencia de los elementos seleccionados.
	- Aprender que las moléculas son neutras y, por tanto, no tienen carga.
	- Comprobar si se han asimilado los conceptos clave.

	<ul style="list-style-type: none">- Acercar los conceptos estudiados a la realidad de los contaminantes mencionados al principio de la unidad.
Utilizar procedimientos que permitan saber si un material es una sustancia simple o compuesta, o bien una mezcla.	<ul style="list-style-type: none">- Saber cuáles son los conocimientos previos de los estudiantes sobre los términos de elemento, compuesto, etc.- Clasificar una serie de compuestos en mezclas, elementos o compuestos químicos.- Comprobar si se han asimilado los conceptos clave.
Justificar la diversidad de sustancias que existen en la naturaleza y que todas ellas están constituidas de unos pocos elementos.	<ul style="list-style-type: none">- Contextualizar la unidad a partir de una situación real que está sucediendo en el entorno de los estudiantes.- Preparar materiales para la enseñanza de la formulación química.- Comprobar si se han asimilado los conceptos clave.- Acercar los conceptos estudiados a la realidad de los contaminantes mencionados al principio de la unidad.
Utilizar el lenguaje químico para nombrar y formular compuestos inorgánicos	<ul style="list-style-type: none">- Aprender la formulación de óxidos (metálicos y no metálicos).- Aprender la formulación de hidróxidos.- Aprender la formulación de ácidos inorgánicos.- Aprender la formulación de sales inorgánicas.- Reforzar los contenidos aprendidos sobre los diferentes compuestos químicos inorgánicos.- Comprobar si se han asimilado los conceptos clave.

4.4.3 Medios y recursos didácticos

Para la puesta en marcha de esta propuesta pedagógica, se necesita:

- Cuaderno del estudiante.

- Pizarra digital para exponer las noticias de la tarea 1. En su defecto, se pueden entregar fotocopias de las mismas, aunque ya supondría un pequeño coste económico.
- Fotocopias de algunos pedazos del informe sobre la calidad del aire para la realización de la tarea 2.
- Plastilinas de los diferentes colores que se proponen en la tabla 18.
- Palillos para usarlos como representaciones de la valencia de cada elemento.

Todas las actividades se realizarían en el aula ordinaria, pues no requieren el uso de internet, ni de ordenadores.

La idea principal es que los estudiantes trabajen individualmente con las plastilinas, excepto en la actividad 2.1 que es por parejas. Aunque dependiendo del nivel de complejidad de las moléculas y de la clase, se podría trabajar por parejas o por pequeños grupos.

4.4.4 Temporalización

Se ha elaborado una tabla orientativa donde se recoge la temporalización aproximada de la propuesta.

Tabla 20.

Temporalización de la propuesta pedagógica

Tareas	Sesiones														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															

4.5 Evaluación

La evaluación es un proceso muy importante dentro de la enseñanza, pues sirve a los estudiantes y a sus familiares para conocer el grado de aprovechamiento y/o rendimiento que éstos han tenido durante el curso o el trimestre, a la vez que sirve a los docentes para comprobar si las técnicas empleadas son adecuadas.

Es importante que la evaluación no solo contemple el trabajo realizado por el estudiante durante una única prueba escrita, sino que además incluya una valoración de todo el trabajo que se realiza durante el transcurso de la unidad. La evaluación de esta propuesta pedagógica se realizará a través de dos instrumentos principales:

- Prueba escrita: se valoran los conocimientos aprendidos por los estudiantes al finalizar la propuesta pedagógica, de la que forma parte constituyendo su tarea final. La prueba escrita consta de tres actividades sencillas, una consiste en formular, otra en nombrar y la última es una pregunta a partir de la cual se pueden comparar las ideas previas de los estudiantes antes de empezar con la propuesta y los conocimientos adquiridos durante la misma. Estas actividades están recogidas en la tarea 13. En el Anexo I se presenta un ejemplo.
- Rúbrica: que valorará el grado de interés y actitud de los estudiantes durante la propuesta pedagógica. Para ello, se analizará cuidadosamente el Cuaderno del Estudiante, tanto en nivel de cumplimentación como en presentación, pues en él deben recogerse todas las actividades propuestas. De igual modo, se valorarán los recursos materiales construidos por los estudiantes, y su grado de participación en los debates y grupos de trabajo. Esta rúbrica contará un total del 50 % de la nota final y un ejemplo de ella se muestra en el Anexo II.

Por último, en el Anexo III se adjunta un cuestionario de Autoevaluación que los estudiantes deberán responder con el fin de conocer sus opiniones sobre la propuesta de enseñanza. Este cuestionario sería un instrumento útil para conocer sus percepciones y hacer propuestas de mejora de la propuesta de enseñanza.

5. CONCLUSIONES

Destacamos las siguientes conclusiones:

- En España, la legislación educativa establece que el curso académico donde los estudiantes han de aprender la formulación química inorgánica, además de la introducción

a la química orgánica, es 4º de ESO. En los cursos académicos precedentes, el currículum limita su estudio a los compuestos binarios inorgánicos, y en los precedentes, únicamente se ven los compuestos orgánicos.

- La enseñanza de la formulación química en este curso es un verdadero reto para el profesorado e incluso para los autores de libros de texto. Se han analizado manuales de amplia difusión en nuestro contexto-la ciudad de Melilla- y se ha comprobado la disparidad de criterios entre ellos. Por todo ello, en este trabajo se presenta una propuesta didáctica fundamentada e innovadora para la enseñanza de la formulación y la nomenclatura inorgánica en 4º de ESO.
- La propuesta didáctica que se presenta tiene dos grandes soportes: por un lado, una selección cuidadosa de las sustancias trabajadas –formuladas y nombradas-, de modo que éstas sean relevantes para afrontar la cultura mediática de la química y poder intervenir y opinar de manera fundamentada. Otro de sus fuertes es la representación manual de las fórmulas químicas mediante bolitas de plastilina construidas por los propios estudiantes a partir de unos datos aportados por los docentes. En este caso, se han asignado los colores de acuerdo al esquema de colores CPK, el mismo que para el modelo de barras y esferas, pero consideramos que la manipulación directa de la plastilina es de mayor interés pedagógico que el uso de kits previamente diseñados.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J.A. (2009). Conocimiento Didáctico del Contenido para la Enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia (I): el marco teórico. *Revista Eureka para la Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 6(1), 21-46.
- Aikenhead, G.S. (1985). Collective decision making in the social context of science. *Science Education*, 69 (4), 453-475. DOI: 453-475.10.1002/sce.3730690403
- Álvarez, N. (2011). Niveles de concreción curricular. *Pedagogía magna*, 10, 151-158.
- Benarroch, A. (2010). Aportes de la investigación en la enseñanza-aprendizaje de la química para afrontar los desafíos de la universidad del siglo XXI. *Revista Anual de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral (FABICIB)*. Suplemento Especial 1, 14, 9-33.

- Cantú, G. (1999). Una estrategia didáctica para el aprendizaje de la nomenclatura química inorgánica, en el nivel medio superior. Nuevo León, México: Tesis doctoral Universidad Autónoma de Nuevo León. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/670/1/1020126715.PDF>
- Cañal, P. (2002). *La Innovación Educativa*. Madrid: Akal.
- Cañas, A., Puente, J., Viguera, J. A. & Remacha, M. (2012). *Física y Química 4º ESO. Proyecto Conecta 2.0*. Madrid: Editorial SM.
- Chimeno, J. (2000). How to Make Learning Chemical Nomenclature Fun, Exciting and Palatable. *Journal of Chemical Education*, 77 (2), 144.
- Ciriano, M. A. & Polo, P.R. (2007) *Nomenclatura de Química Inorgánica. Recomendaciones de la IUPAC 2005*. Versión española. Zaragoza: *Prensas Universitarias de Zaragoza*.
- Clúa, S. (s.f.). *Nomenclatura Química Inorgánica, según recomendaciones IUPAC 2005*. Disponible en: http://chopo.pntic.mec.es/jmillan/for_inor_yago.pdf
- Fernández, M. (2013). La formulación química en la formación inicial del profesorado: concepciones y propuestas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 10 (Num. Extraordinario), 678-693.
- Fernández, M. (2014). Enseñar formulación. Unos comentarios a los comentarios. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 426-435.
- Galiano, J.E. (2014). Estrategias de Enseñanza de la Química en la Formación Inicial del Profesorado. Tesis doctoral de la Facultad de Educación de UNED. Disponible en: <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:Educacion-Jgaliano/GALIANO Jose Eduardo Tesis.pdf>
- Garrido-Escudero (2013). Using a Hands-On Method To Help Students Learn Inorganic Chemistry Nomenclature via Assembly of Two-Dimensional Shapes. *Journal of Chemical Education*, 90, 1196-1199.
- Gil, D. (1993). Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza aprendizaje de las ciencias como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 197-212.

- Gil, D.; Carrascosa, J.; Furió, C. & Martínez, J. (1991). *La Enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona: Editorial Horsori.
- Gómez-Moliné, M.; Morales, M. L. & Reyes-Sánchez, L. B. (2008). Obstáculos detectados en el aprendizaje de la nomenclatura química. *Educación química*, 19(3), 201-206.
- LOE (2006). Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. BOE nº 106 del 4 de mayo de 2006.
- LOMCE (2013). Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa. BOE nº 295 del 10 de diciembre de 2013.
- Matute, S., Marcó, L., Di´Bacco, L., Gutiérrez, O., & Tovar, A. (2009). El juego computarizado para el aprendizaje de compuestos inorgánicos. *Educere*, 44 (13), 39-47.
- Maya, M. P. (2014). *Aprendizaje significativo de conceptos de nomenclatura inorgánica: una propuesta para el grado décimo*. Medellín, Colombia: Tesis doctoral de la Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 02/07/2017 de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/45342/1/43083063.2014.pdf>
- MEC (2014). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. BOE nº 3 del 3 de enero de 2015, pp. 169-546.
- Olivares, S. (2014). ¿Formulación química? Nomenclatura química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 11(3), 416-425.
- Pérez Gómez, A. I. (2007). *Las competencias básicas: su naturaleza e implicaciones pedagógicas*. Cuadernos de Educación de Cantabria, 1. Recuperado el 02/07/2017 de http://www.educantabria.es/docs/info_institucional/publicaciones/2007/Cuadernos_Educacion_1.PDF
- Real Sociedad Española de Química (2016). *Recomendaciones para la enseñanza de la nomenclatura química inorgánica en la enseñanza secundaria*. Recuperado el 02/07/2017 de <http://www.rseq.org>
- Rivera, M. M. (2014). *Propuesta de un Objeto Virtual de Aprendizaje para la enseñanza de la nomenclatura química inorgánica dirigido a estudiantes de grado décimo del*

- colegio Kennedy*. I.E.D. Bogotá, Colombia: Tesis Doctoral de la Universidad Nacional de Colombia.
- Robles, A., Solbes, J., Cantó, J. R. & Lozano, O. R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 14 (3), 361-376.
- Rodríguez Blanco, J.L., Fernández Colinas, J.M. & García González, L.I. (2013). Nomenclatura y formulación inorgánica. Normas IUPAC 2005. Oviedo: Resumen de las Ponencias realizadas en Oviedo. Disponible en: http://www.ugr.es/~mota/formulacion_inorg_IUPAC-2005.pdf
- Ruiz, L. (2014). *Unidad didáctica: La enseñanza de la Química en 4º de ESO a partir de la resolución de un problema de interés social*. Melilla: Trabajo Fin de Máster de la Universidad de Granada.
- Solbes, J. & Vilches, A. (1997). STS Interactions and the teaching of Physics and Chemistry. *Science Education*, 81, 377-386. DOI: 10.1002/(SICI)1098-237X(199707)81:4<377::AID-SCE1>3.0.CO;2-9
- Solbes, J., Montserrat, R. & Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91-117.
- Vidal M. C., de Prada, F., de Luis, J. L., Pichardo, R. & Sanz, P. (2011). *Física y Química 4º ESO. Proyecto Los caminos del saber*. Madrid: Editorial Santillana.
- Vilches, A. & Furió, C. (1999). Ciencia Tecnología y Sociedad: sus implicaciones en la educación científica del siglo XXI. La Habana: I Congreso Internacional "Didáctica de las Ciencias" y VI Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física.
- Wirtz, M., Kaufmann, J. & Hawley, G. (2006). Nomenclature Made Practical: Student Discovery of the Nomenclature Rules. *Journal of Chemical Education*, 83 (4), 505-597.

ANEXO I

Actividades de la propuesta

TAREA 1: ¿Qué pasa en Melilla?

En Melilla, es muy frecuente encontrarse con malos olores e imágenes como las que presentamos a continuación:



El humo que se produce en esta central eléctrica es bastante contaminante. De hecho, ha sido noticia en algún diario local por ser la séptima central más contaminante de Europa en

marzo de 2016, además de por no cumplir la normativa con respecto a la protección del medio ambiente y de la salud pública.

Actividad 1.1

Leer atentamente las siguientes noticias:

Denuncian a ENDESA Melilla por malos olores

Guelaya-Ecologistas en Acción de Melilla presentó denuncia el 3 de febrero ante la Consejería de Medio Ambiente debido a los olores perceptibles desde hace un año en las inmediaciones de la central eléctrica.

Los olores, que han sido reconocidos por parte de la dirección de la central ante la organización ecologista, se mantienen desde hace un año. El mes de enero fue la fecha que Endesa Melilla fijó para que estuviera resuelto el problema, pero los olores persisten.

Son numerosos los melillenses que se han quejado de los olores de la central, aunque son variables en función de la intensidad y dirección del viento, pues pueden presentarse tanto en las casas de Magna Melilla, como en la puerta del hotel Melilla Puerto como en las torres Quinto Centenario, donde existe preocupación por parte de sectores de funcionarios que trabajan allí. El olor llega incluso a la avenida Juan Carlos I.

Han transcurrido más de 3 meses desde que representantes de Guelaya-Ecologistas en Acción se reunieran con personal de la Central eléctrica y de la Consejería de Medio Ambiente para poner fin a estos olores, y al conjunto de la contaminación atmosférica.

“Nos vemos obligados a denunciar los hechos ante la Consejería de Medio Ambiente porque en calidad de autoridad ambiental, ésta debe tomar cartas en el asunto e iniciar un expediente sancionador identificando el origen de los olores y los contaminantes que incluye. No pueden negarse a decir públicamente lo que estamos respirando”.

Además, Guelaya-Ecologistas en Acción mantiene conversaciones con la consejería en las que reivindicamos la revisión de la Autorización Ambiental Integrada concedida en su última actualización en 2013, con el objeto de establecer Valores Límite de Emisión (VLE) acordes con las directivas europeas, la legislación española, y el sentido común.

Melilla no cuenta con estaciones de medición de la calidad del aire atmosférico, lo que hace imposible que los ciudadanos puedan recibir alertas provocadas, por ejemplo, por contaminantes como el ozono, que en registros puntuales realizados en el 2013 presentaron en la ciudad picos preocupantes.

La necesidad de instalar en Melilla estaciones de registro y medición de la calidad del aire es una de las medidas que en las pasadas elecciones autonómicas de mayo la organización ecologista solicitó a todos los partidos que se presentaban.

Endesa Melilla es la 7ª instalación más contaminante de toda Europa

Ya denunciemos que Endesa Melilla cumple normas obsoletas con respecto a la protección del medio ambiente y de la salud pública, algo que la consejería de Medio Ambiente debe corregir, así le lo hemos pedido, porque es la responsable de la autorización ambiental integral con la que se maneja hasta el momento sin problemas Endesa Melilla (nunca se abrió un expediente sancionador según nos han informado).

Además, los malos olores persisten, y cuanto más lo denunciemos públicamente, más huele, y no recibimos contestación ni comunicación alguna a nuestras denuncias

Pero lo que no sabíamos es que en el informe “*Revealing the costs of air pollution from industrial facilities in Europe*”, de la Agencia europea de energía, ocupamos el puesto 7 en el ranking de instalaciones industriales menos eficaces de Europa.

Table 3.4 Aggregated damage costs for all E-PRTR facilities normalised per unit CO₂ emission (as a proxy for output)

No	E-PRTR facility ID	Facility	Sector	Country	Aggregated damage cost per tonne CO ₂ (EUR/tonne CO ₂)	
					VOLY low	VSL high
1	13067	Hanson Building Products Limited, Whittlesey Brickworks	Manufacture of ceramic products incl. tiles, bricks, etc.	United Kingdom	526	1 385
2	7831	Centrale électrique de pointe des carrières	Power generation	France	307	764
3	7689	Central de Escucha	Power generation	Spain	285	722
4	143993	Aurubis AG	Production of smelting of non-ferrous crude metals	Germany	263	641
5	99009	TETs 'Maritsa' AD Dimbroggrad	Power generation	Bulgaria	241	598
6	4884	EDF – Centrale Thermique du PORT	Power generation	France	236	574
7	132431	Central Diesel de Melilla	Power generation	Spain	218	511
8	98893	Gorjina instalazias nominalna toplina moshnost	Power generation	Bulgaria	216	530
9	7808	Centrale De Jarry-Nord	Power generation	France	210	506
10	99021	TETs 'Republika'	Power generation	Bulgaria	207	514
11	7832	Centrale De Bellefontaine	Power generation	France	197	473
12	149940	Regia Autonoma Pentru Activitati Nucleare – Sucursala Romag Termo	Power generation	Romania	197	482
13	149945	SC CET Govora SA	Power generation	Romania	185	449
14	149973	SC Electrocentrale Oradea SA	Power generation	Romania	179	434
15	4930	Centrale thermique de Luociana	Power generation	France	171	401
16	149951	SC CET ARAD SA – pe lignit	Power generation	Romania	170	410
17	138430	Arcelormittal Upstream sa (Coke Fosta)	Production of pig iron or steel	Belgium	166	363
18	11124	Rafinérie Libinov	Mineral oil and gas refineries	Czech Republic	162	386
19	5166	Guardian Orosháza Kft.	Manufacture of glass	Hungary	162	381
20	143642	Euroglas GmbH	Manufacture of glass	Germany	160	381

28. Revealing the costs of air pollution from industrial facilities in Europe

Los controles sobre los óxidos de nitrógeno se fundamentan en la estimación de muertes prematuras realizadas en toda Europa y también en España. Si existen normas europeas sobre eso, ¿es que no existen evidencias científicas sobre lo que se legisla en Europa?

Endesa contamina, es algo que sabemos, y lo saben en la central porque es lo que nos dicen. Pero no son las partículas que emiten las que nos pueden dar la clave del problema, puesto que eso se verá “contaminado” por otras partículas, las que en Melilla están presentes cuando hace poniente, por ejemplo, o cuando llega polvo sahariano, algo verificado en Melilla.

A los malos olores, producidos potencialmente por escapes de gases, se pueden sumar los vertidos al agua o al aire de Mercurio, níquel...algo incomprensible si se trata de metales que se encuentran en las cantidades declaradas en Melilla por Endesa, pero al mismo tiempo en ninguna otra central diesel de España.

Actividad 1.2

Se responden oralmente las siguientes preguntas, dando lugar a la creación de un debate: ¿Habéis oído alguna vez esto?; ¿sabéis de dónde vienen estos olores?; ¿pensáis que es bueno para la salud de los ciudadanos?

TAREA 2: ¿Por qué huele tan mal?

Actividad 2.1

A partir de los siguientes fragmentos de texto, obtenidos de un informe sobre la calidad del aire en nuestra Ciudad, encuentra la/s causa/s del posible mal olor.

“Discordante sobre estas rocas y sobre las rocas volcánicas se deposita un conjunto de sedimentos que comienza en el Tortonense medio-superior en los que se ha llamado cuenca de Melilla. La sedimentación comienza siendo silicataclástica, con un nivel de conglomerados recubiertos por margas marinas, todo ello en la actualidad plegado y tectonizado.

Sobre estos sedimentos y el basamento se dispone el Tortonense Superior-Messiniense formado por calcarenitas depositadas en ambientes de plataforma somera con intercalaciones de carbonatos arrecifales coralinos. La secuencia estratigráfica es compleja, con alternancia de calcarenitas, calizas arrecifales y areniscas en los bordes de la cuenca, que hacia el centro pasan a ser predominantemente margas de cuenca pelágica.

La sedimentación es contemporánea con el vulcanismo del Gurugú, instalándose algunos de los arrecifes en las laderas del volcán.”

“El paisaje de los Pinares de Rostrogordo se trata de pinares con matorral, sometido a un clima termomediterráneo semiárido, cuyos principales problemas de conservación es la presión humana excesiva, no está catalogado con ninguna figura de protección. Se trata de una de las pocas zonas naturales que dispone Melilla, en esta zona la influencia humana también es considerable ya que cerca se encuentran varios cuarteles, así como un complejo de actividades.

Las posibles fuentes de emisión que se detectan en esa zona son únicamente las emisiones que generan los vehículos que pasan por las zonas, tanto civiles como militares, ya que como se ha mencionado hay varios cuarteles situados por las inmediaciones. La planta depuradora que se encuentra allí, no genera ningún tipo de emisión ya que es una planta totalmente eléctrica, las únicas emisiones que podría generar serían en la combustión que se produce cuando se arrancan los grupos electrógenos, pero en el periodo en el que se situó la estación de medida móvil en la zona no se produjo tal acontecimiento.”

“Situado en pleno centro de la ciudad se trata del pulmón verde urbano, junto a la avenida principal donde se encuentran gran cantidad de tiendas. Se trata de una zona altamente concurrida tanto por coches como por peatones, las grandes cantidades de tráfico que circula por el centro de la ciudad y la gran cantidad de personas que transcurren por sus inmediaciones hacen de este punto una zona muy representativa de la ciudad Melillense. Este parque ha sido protagonista de distintos motivos, en 2007 se le otorga la figura de Jardín Histórico, junto a la arboleda y las palmeras que se encuentran en la Plaza de España, ya que este parque data del 1900 pero desde entonces ha sufrido varias modificaciones. Hasta 2009 este recinto acogía la feria de Septiembre Melillense, pero desde esa fecha se decide trasladar las instalaciones feriales a otra ubicación.

Las posibles fuentes de contaminantes que se detectan por la zona son el tráfico rodado que, como se ha comentado anteriormente, es muy elevado ya que es el centro de la ciudad. Otra posible fuente de emisión detectada cerca del Parque Hernández es la central eléctrica de ENDESA, cuyos principales contaminantes a emitir son el dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, el mercurio y el dióxido de carbono, aunque sus emisiones son controladas periódicamente por organismos colaboradores de la emisión así como por la Consejería de Medio Ambiente”

“Las principales consecuencias de tener una estación de medida cerca de un aeropuerto, son los posibles ruidos y vibraciones que se generan con la entrada y salida de aviones que pudiesen ocasionar algún efecto negativo en las mediciones, alterando algún valor o algún equipo de medida. Pero la localización en la que se puso la estación móvil de medida, se consideró adecuada por los técnicos de la empresa encargada de las mediciones para que no se influyese de forma negativa.

Las fuentes de emisión de contaminantes cercanas a esta zona de medición a parte de los vehículos que no se pueden descalificar en ninguno de los puestos de emisión, son los aviones que emiten dióxido de carbono, óxido nítrico y el dióxido de nitrógeno, otros contaminantes emitidos en pequeñas concentraciones son pequeñas partículas de sulfato y hollín.”

“Los considerados primarios son aquellos que se emiten directamente a la atmósfera como el SO_2 , la Materia Particulada, el CO , NO_x , Compuestos Orgánicos Volátiles y el CO_2 .

Los razonados secundarios son aquellos que se forman en la atmósfera después de ser emitidos sus elementos originales, como el O_3 , NPA , SO_3 , HNO_3 .

Los específicos son aquellos que dependen de la actividad, como por ejemplo el SH_2 que se genera en las plantas de tratamiento de aguas. Y por último los odoríferos que en bajas concentraciones no son tóxicos, solo molestos.”

TAREA 3: ¿Conoces algún elemento/sustancia química?

Actividad 3.1

Haz una lista con los elementos o sustancias químicas que conozcas:

Actividad 3.2

Se realiza una lluvia de ideas a partir de la lista anterior, haciendo partícipes a todos los estudiantes.

TAREA 4: ¿Son elementos o sustancias químicas?

Actividad 4.1

Rellena la siguiente tabla, de acuerdo a los compuestos mencionados en la tarea 3:

Elementos	Sustancias químicas

TAREA 5: Preparación de los elementos

Actividad 5.1

Presentamos los elementos a estudiar durante esta propuesta:

No metales:

H, O, C, N, S y Cl

Metales:

Na, Ca, Zn, Ag y Fe

Actividad 5.2

A cada elemento presentado en la actividad anterior, se le asigna un color:

Elemento	Color
H	Blanco
O	Rojo
C	Negro
N	Azul
S	Amarillo
Cl	Verde claro
Na	Violeta
Ca	Verde oscuro
Zn	Turquesa
Ag	Beis
Fe	Naranja

Actividad 5.3

Preparamos bolitas de cada elemento, respetando el color de la tabla anterior y su tamaño, de acuerdo a la masa molecular de cada elemento que observamos en la tabla periódica:



TAREA 6: ¿En qué proporciones se pueden unir los elementos?

Actividad 6.1

Cada elemento presenta unas características físicas y químicas diferentes. Debido a estas características, se les han asignado un número, denominado “valencia”, como aquel número a partir del cual los átomos se pueden combinar formando compuestos estables. Los elementos pueden tener una o más valencias.

Las valencias que vamos a estudiar son:

Elemento	Valencia
H	I
O	II
C	“II”, IV
N	I, II, IV
S	II, IV, VI
Cl	I
Na	I
Ca	II
Zn	II
Ag	I
Fe	II, III

Actividad 6.2

A las bolitas de los elementos preparadas en la actividad 5.3, le añadimos el número de palitos de la/s valencia/s de cada elemento:

NO METALES:

HIDRÓGENO (I)



OXÍGENO (II)



CARBONO (II)



CARBONO (IV)



NITRÓGENO (I)



NITRÓGENO (II)



NITRÓGENO (IV)



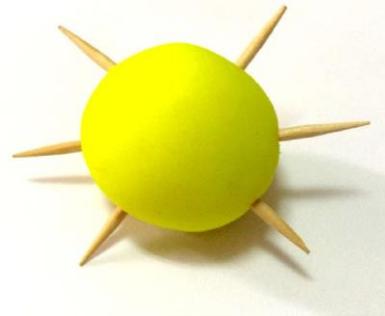
AZUFRE (II)



AZUFRE (IV)



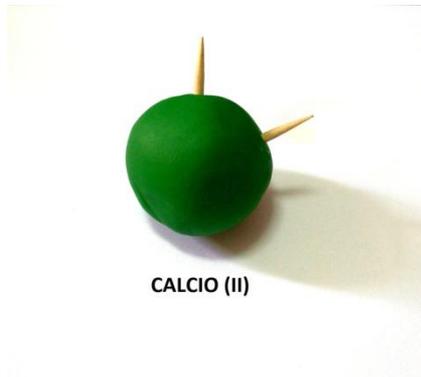
AZUFRE (VI)



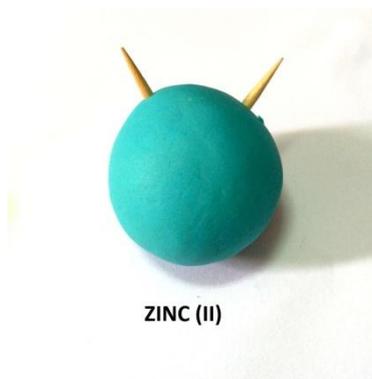
METALES:



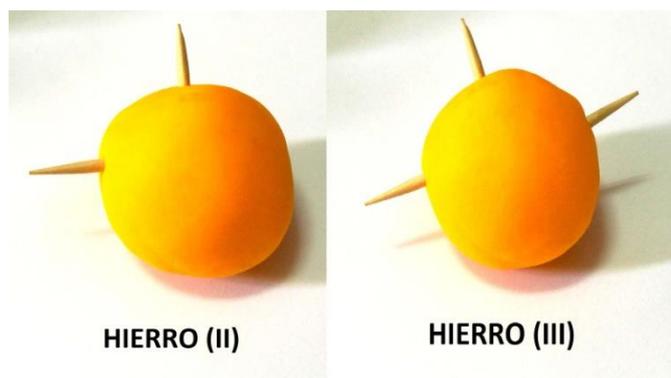
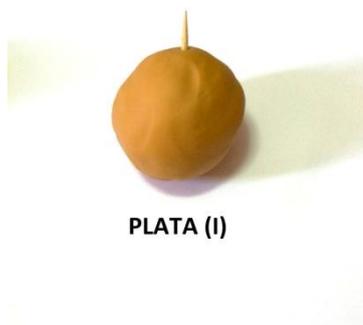
SODIO (I)



CALCIO (II)



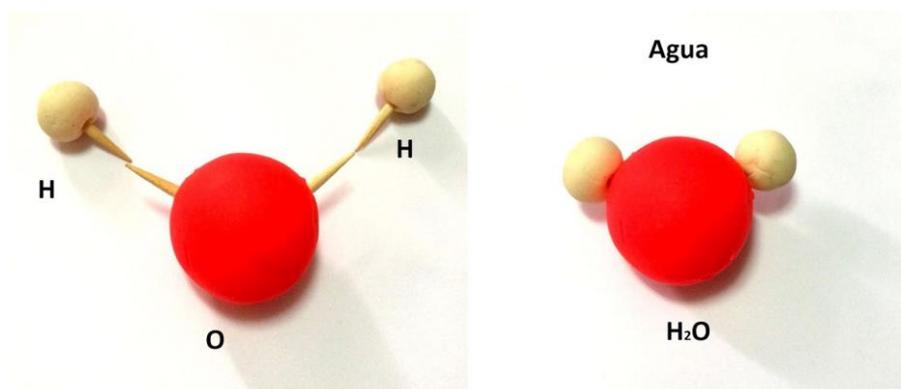
ZINC (II)



Actividad 6.3

La formación de moléculas consiste básicamente en la unión de palitos. Cuando hablamos de moléculas, la regla principal es que no pueden quedar palitos sueltos. En el caso de que queden palitos sueltos estaríamos ante un ión.

Por ejemplo, si juntamos un átomo de oxígeno con uno de hidrógeno, nos quedará un palito suelto en el oxígeno, por lo que tendremos que añadir otro átomo de hidrógeno para igualar el número de palitos de ambos elementos. De esta forma se obtiene una molécula que consta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, que químicamente se escribe como H_2O y se conoce como agua.



TAREA 7: Aprendiendo óxidos...

Los óxidos son combinaciones de los elementos con el oxígeno.

Actividad 7.1

Las combinaciones de no metales con el oxígeno se conocen como óxidos no metálicos y se nombran de acuerdo a la nomenclatura sistemática, es decir, siguiendo el esquema:

(Prefijo multiplicador del oxígeno) óxido +

(prefijo multiplicador del no metal) (nombre del no metal)

Los prefijos multiplicadores dependen del número de átomos del elemento que forme la molécula:

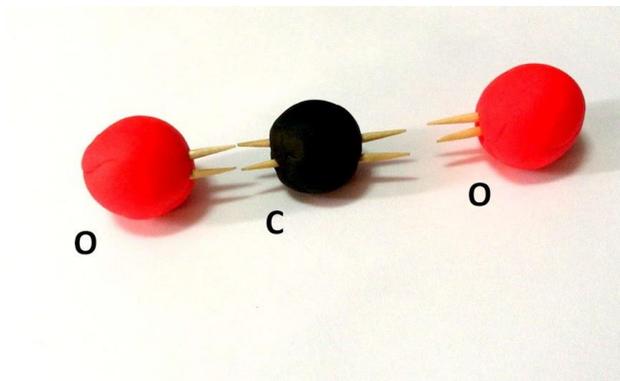
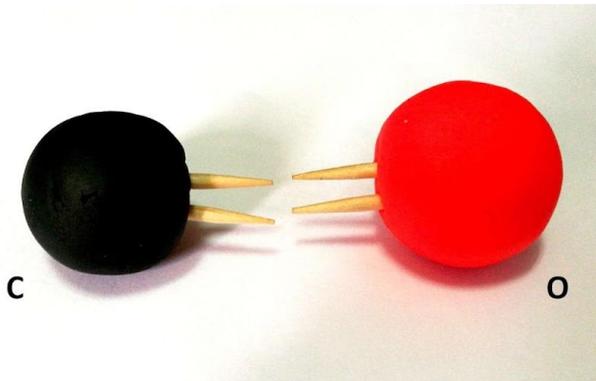
Prefijo	Nº átomos
Mono-	1
Di-	2
Tri-	3
Tetra-	4

Norma: Prescindimos del prefijo “mono-” con los no metales, aunque si lo utilizamos con el oxígeno.

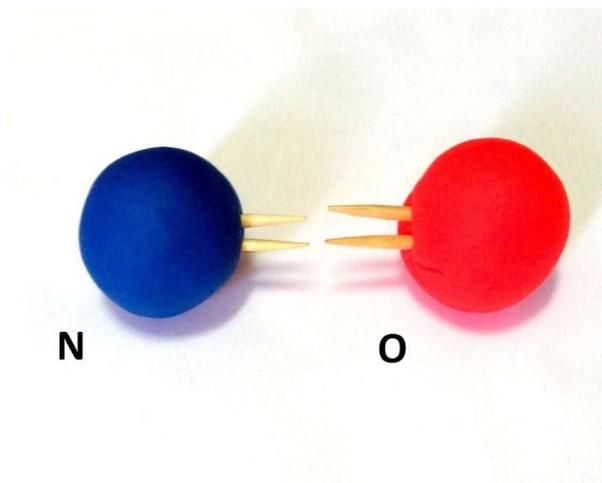
Conociendo esto: crea, formula y nombra los posibles óxidos no metálicos a partir de las bolitas de átomos preparadas en las tareas anteriores.

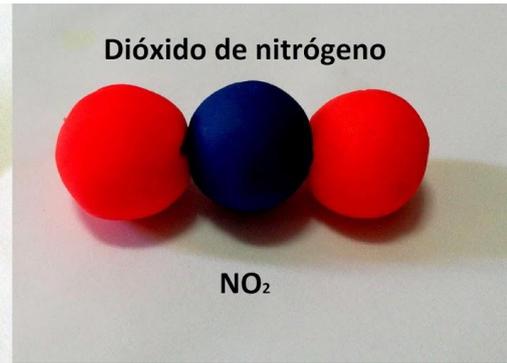
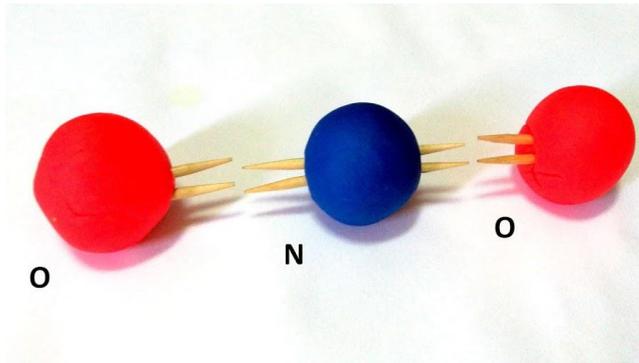
NO METALES

+ Carbono:

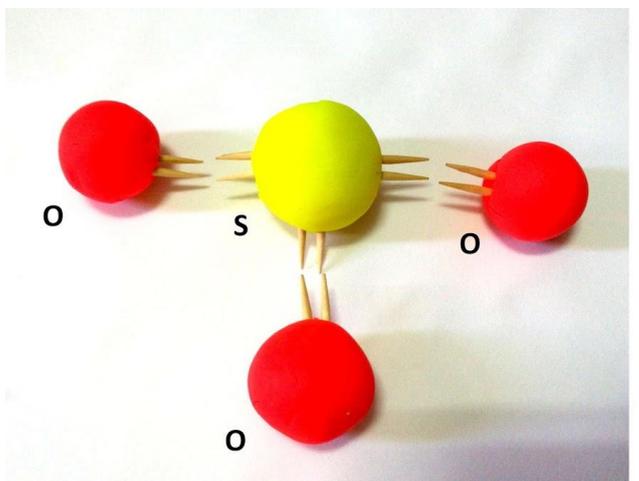
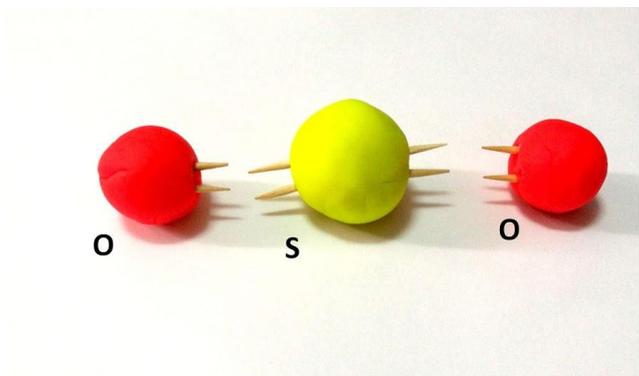
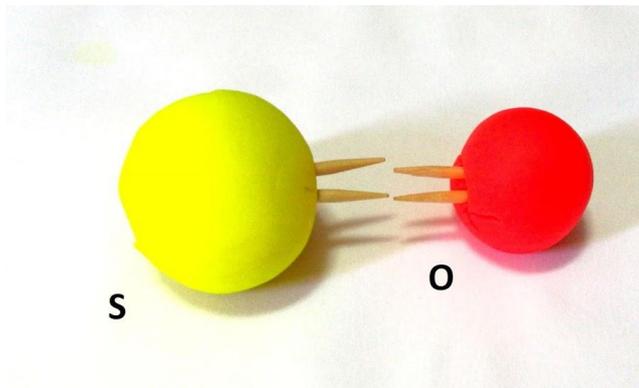


+ Nitrógeno:





✚ Azufre:



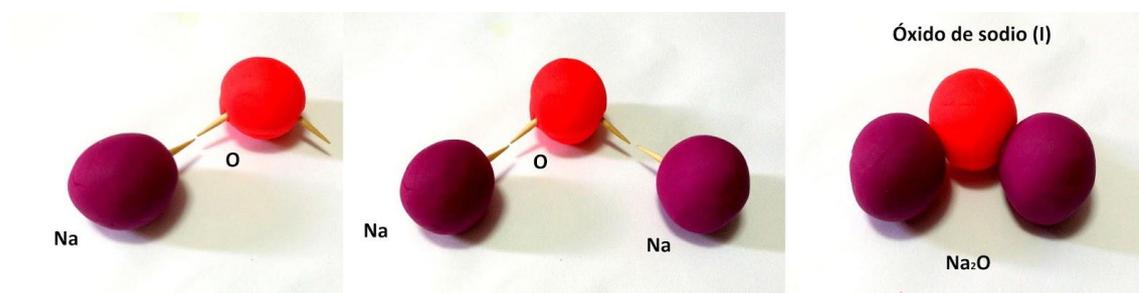
Actividad 7.2

Las combinaciones de metales con oxígeno se denominan óxidos metálicos y se formulan mediante la nomenclatura de Stock. Esta nomenclatura consiste en añadir “óxido de” más el nombre del metal seguido de la valencia en número romanos y entre paréntesis:

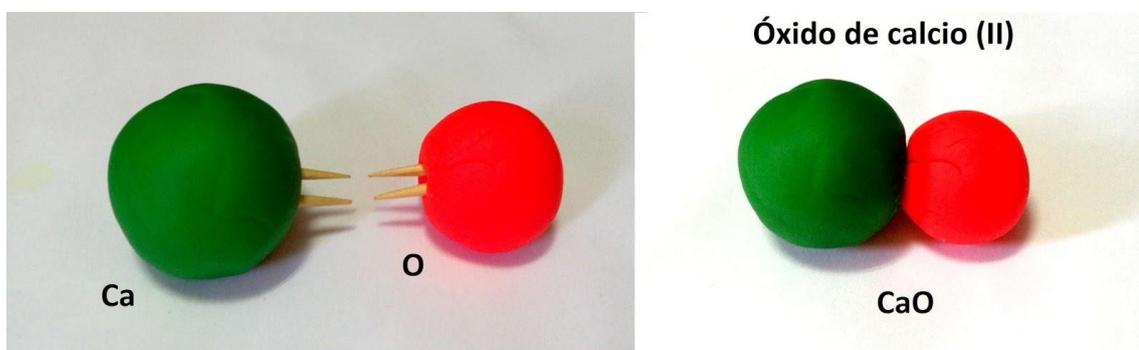
Óxido de Metal (Valencia)

A continuación, crea, formula y nombra los posibles óxidos metálicos a partir de las bolitas de átomos preparadas en las tareas anteriores.

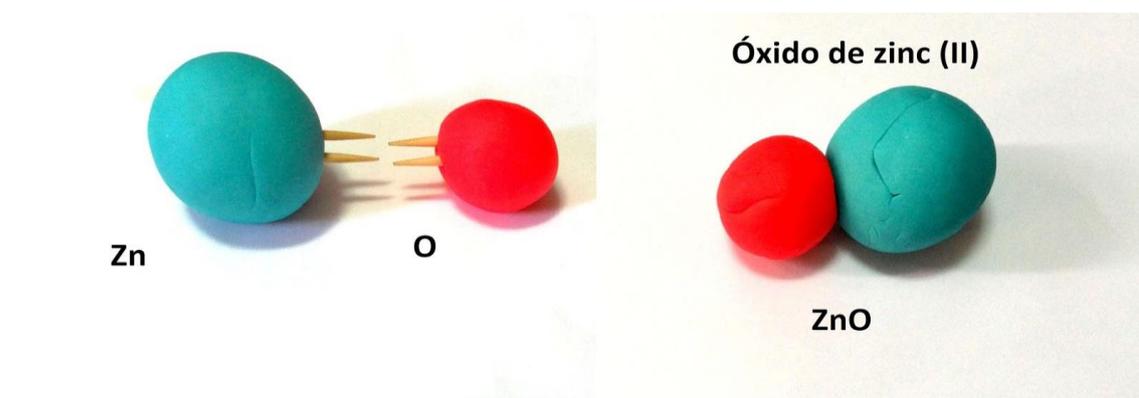
✚ Sodio:



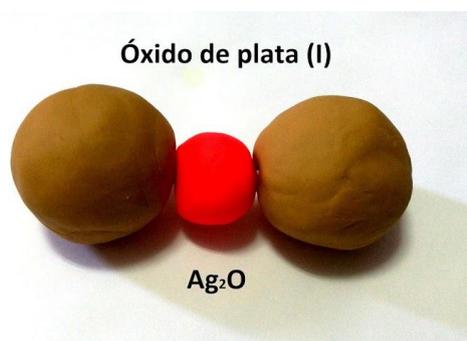
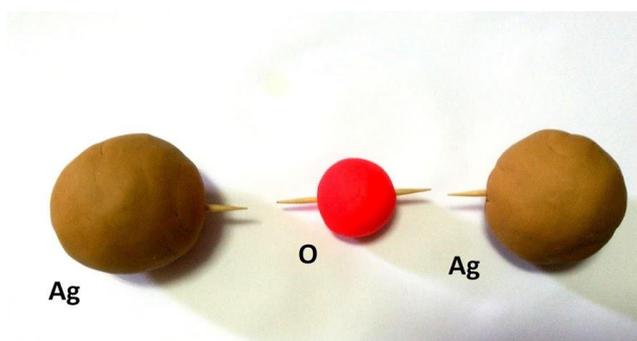
✚ Calcio:



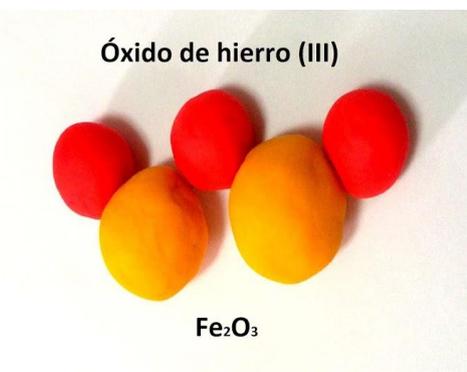
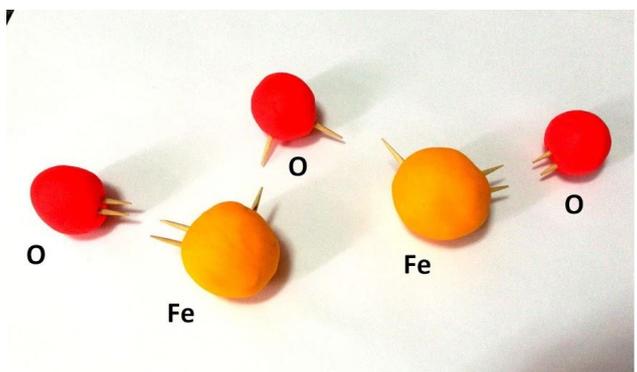
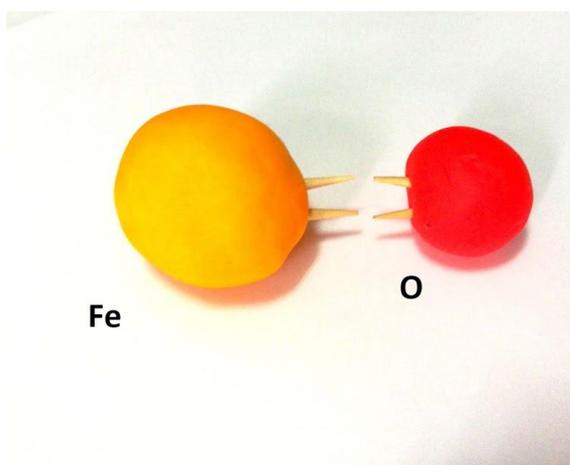
✚ Zinc:



Plata:



Hierro:

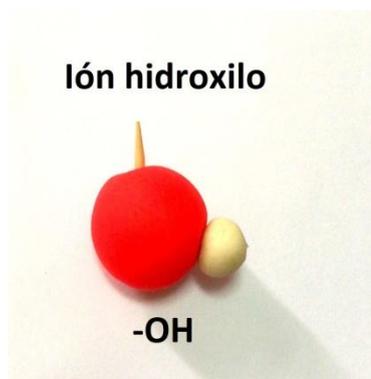


TAREA 8: Hidróxidos

Actividad 8.1

En algunas ocasiones, cuando se emparejan dos átomos, se queda un palito sin emparejar. Esto forma lo que se denomina ión, que es una especie compuesta por dos o más átomos y a la que se atribuye como valencia la carga del ión, es decir, el número de palitos libres que nos encontramos.

Un caso muy especial es el que ocurre cuando unimos hidrógeno y oxígeno. En la actividad 6.3 vimos cómo se formaba agua a partir de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Si sólo se añadiese un átomo de hidrógeno, estaríamos ante el caso de un ión que se conoce como ión hidroxilo.



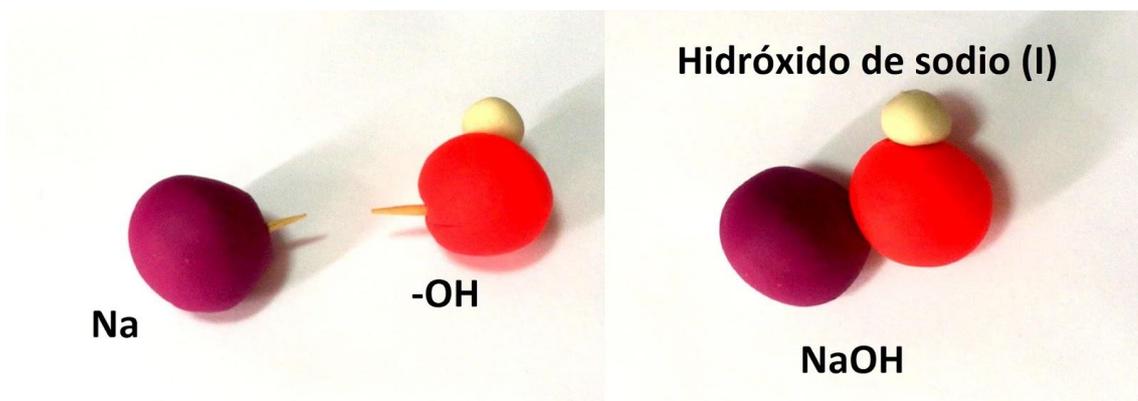
Este ión es el responsable de la formación de los hidróxidos.

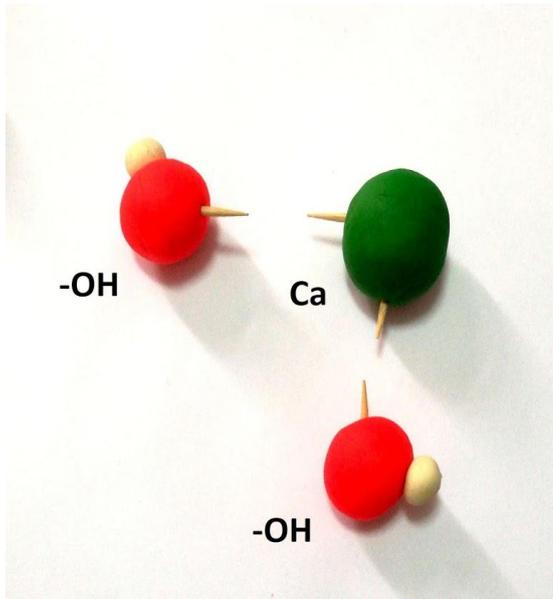
Actividad 8.2

La unión de los metales con el ión hidroxilo da lugar a hidróxidos. Éstos se nombran de acuerdo con la nomenclatura de Stock, que se compone de la suma de “hidróxido de” junto con el nombre del metal y su valencia en números romanos entre paréntesis:

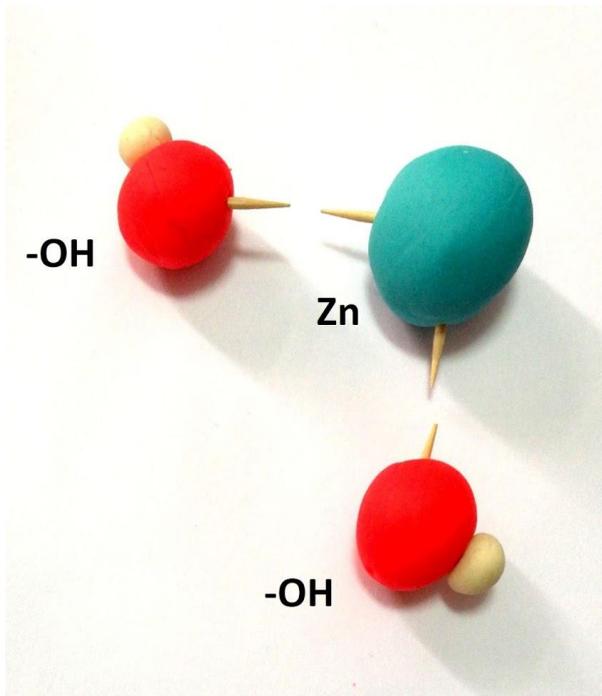
Hidróxido de metal (Valencia)

Por tanto, crea, formula y nombra los posibles hidróxidos metálicos a partir de las bolitas de átomos preparadas en las tareas anteriores.

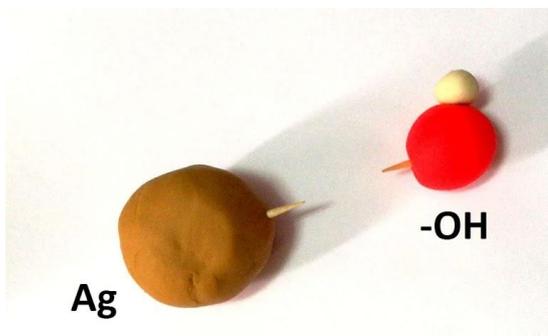
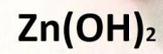




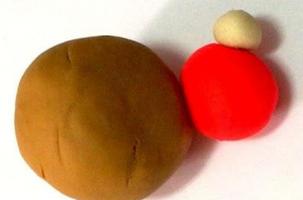
Hidróxido de calcio (II)

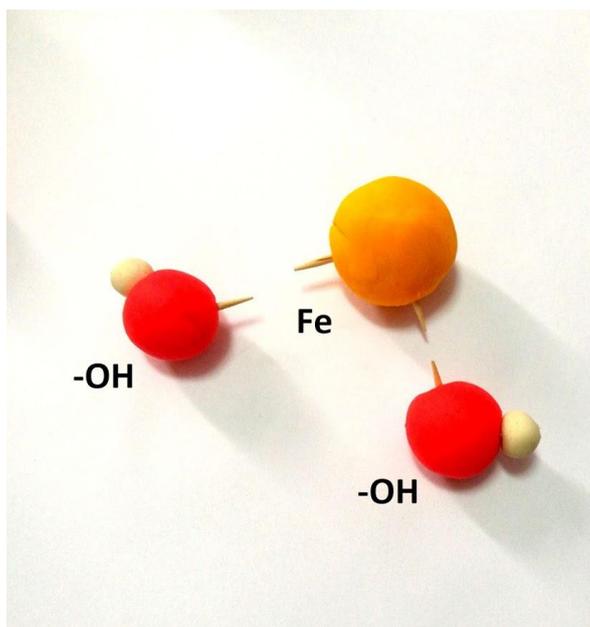


Hidróxido de zinc (II)

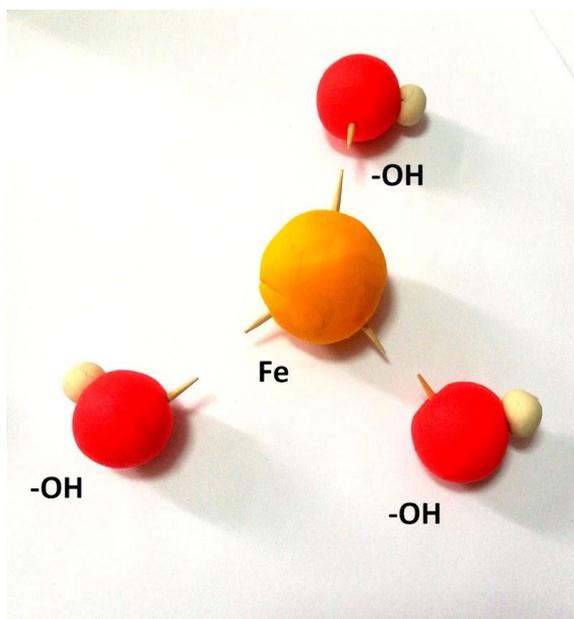
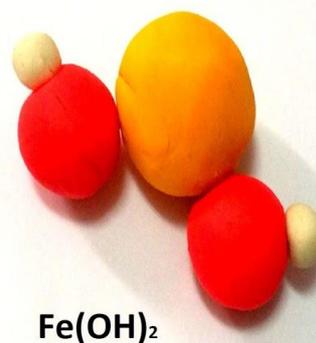


Hidróxido de plata (I)





Hidróxido de hierro (II)



Hidróxido de hierro (III)

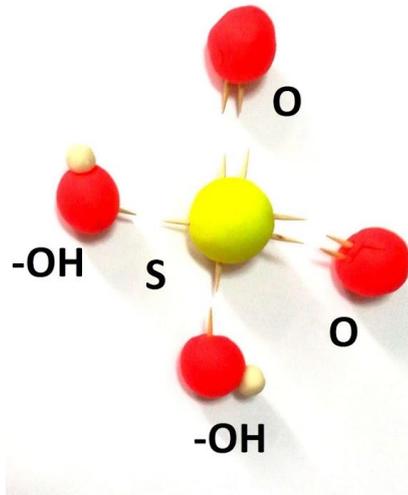


TAREA 9: Ácidos

Actividad 9.1

A partir de los esquemas y los átomos elaborados, se crean y formulan los siguientes ácidos:

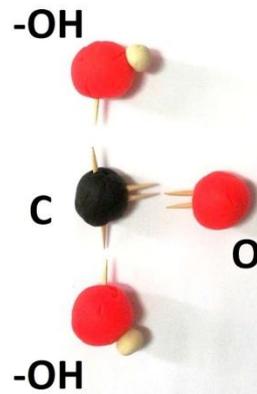
- Ácido sulfúrico:



Ácido sulfúrico



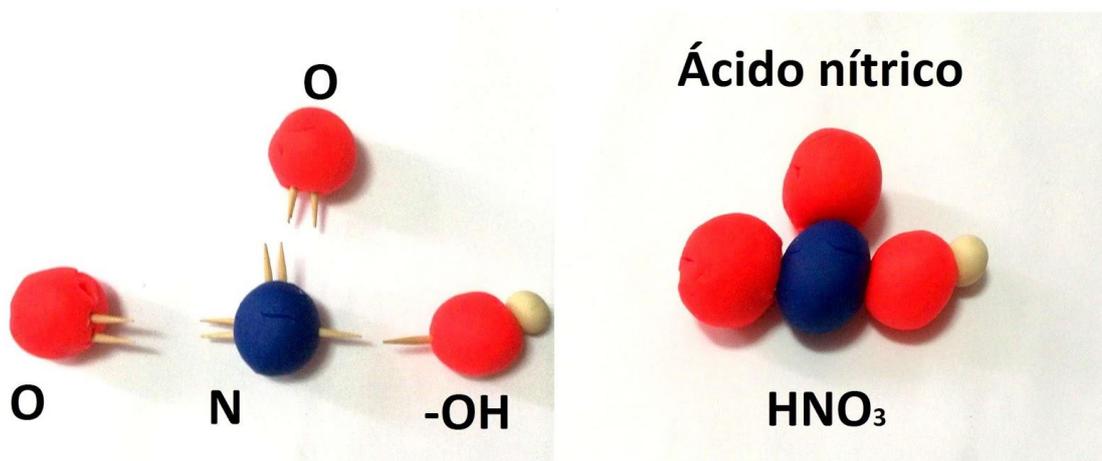
- Ácido carbónico:



Ácido carbónico

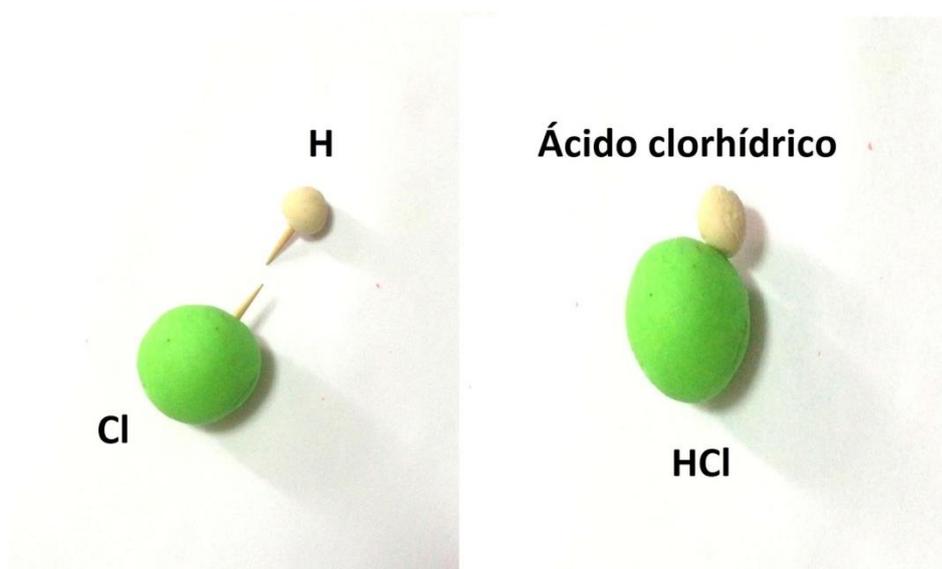


- Ácido nítrico:



Actividad 9.2

Se presenta además el ácido clorhídrico como la combinación de cloro e hidrógeno:



TAREA 10: Sales

A partir de los cuatro ácidos preparados en la tarea 9, se sustituyen en el lugar de los hidrógenos cada uno de los metales, atendiendo siempre a la regla de que las sales son moléculas neutras y, por tanto, no podemos dejar palitos sueltos.

Para la nomenclatura de las sales utilizaremos un sistema mixto, en el que tendremos por un lado el ión que proviene del ácido, que se nombrará de acuerdo a la nomenclatura tradicional y, por otro lado, el ión del metal, que se nombrará de acuerdo a la nomenclatura de

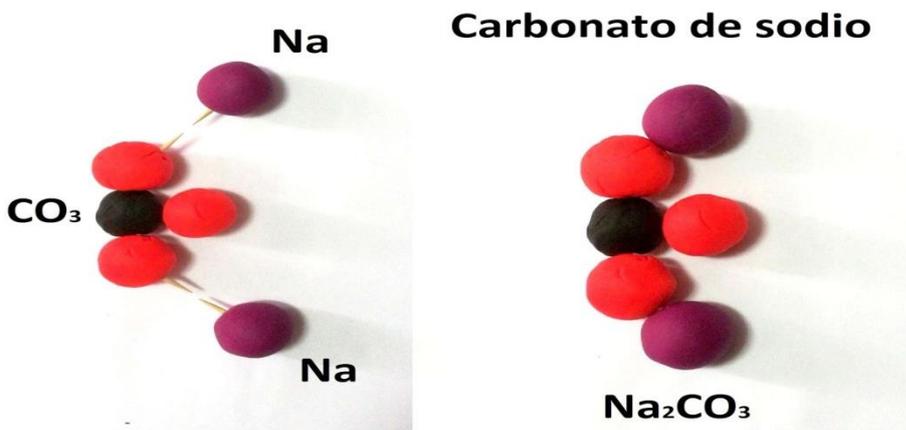
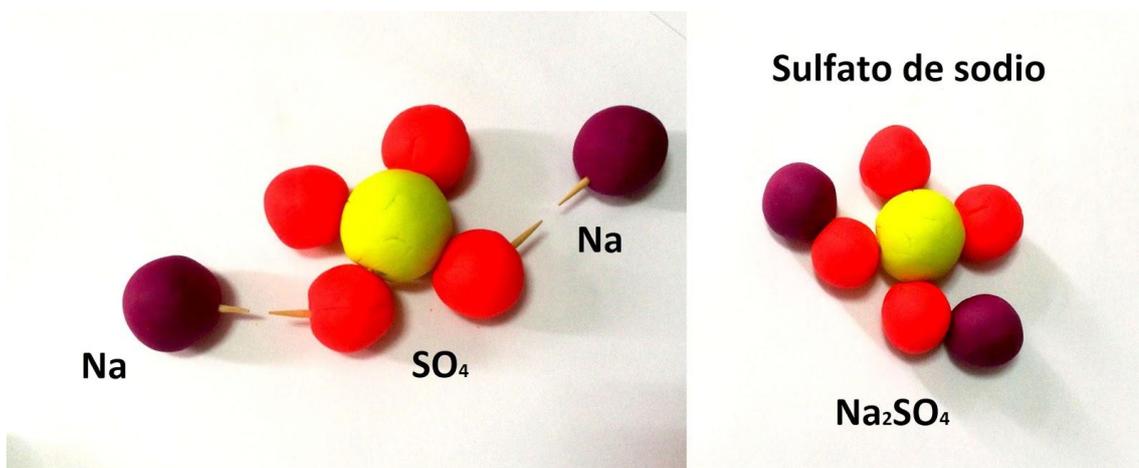
Stock, poniendo entre paréntesis la valencia del metal cuando éste tenga dos o más valencias posibles.

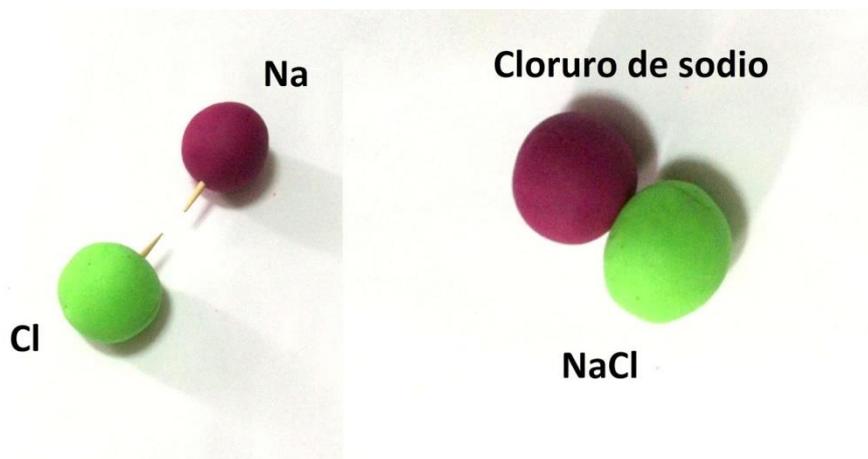
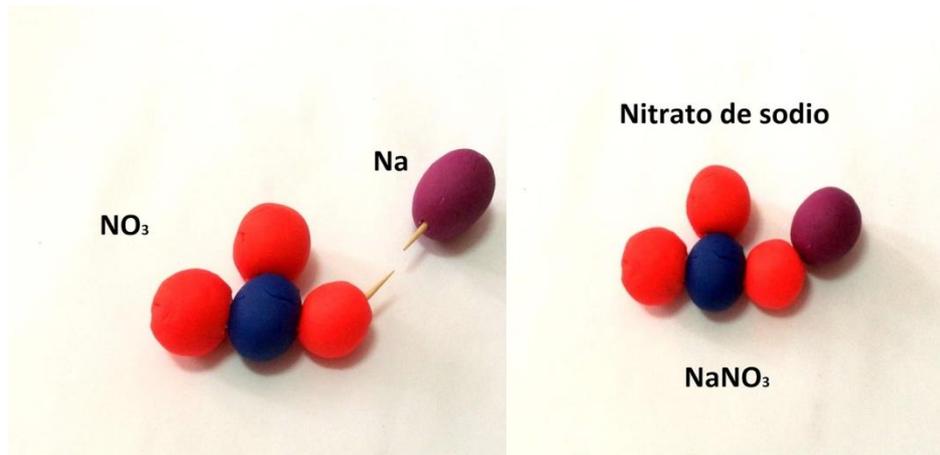
Para nombrar el ión del ácido, se sustituye la terminación -ico por -ato.

Actividad 10.1

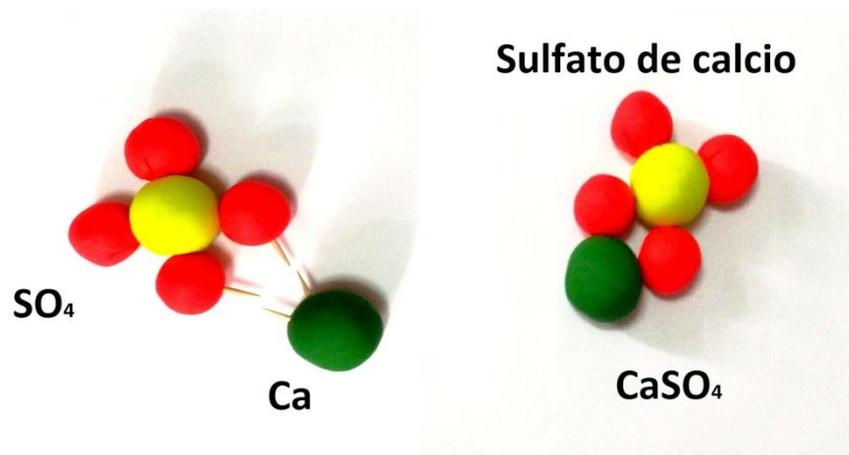
Crea, formula y nombra las posibles sales inorgánicas a partir de los ácidos estudiados en la tarea 9 y los metales conocidos.

• Sodio:

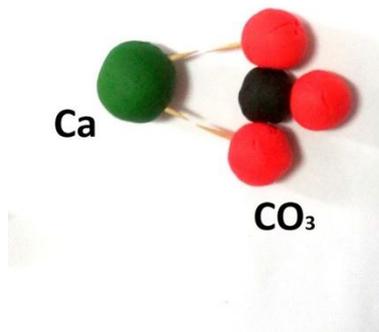




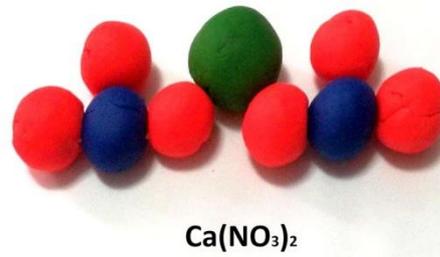
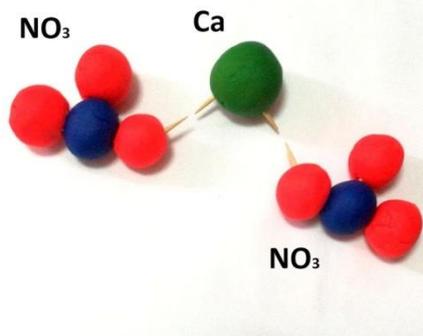
- Calcio:



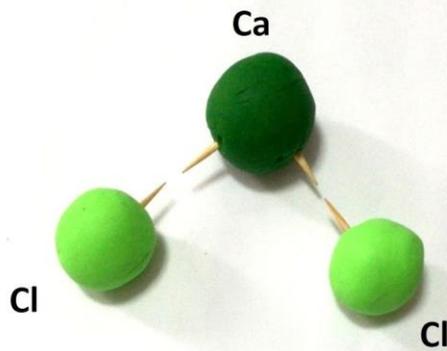
Carbonato de calcio



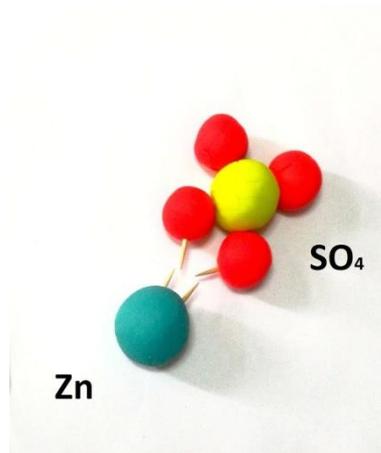
Nitrato de calcio



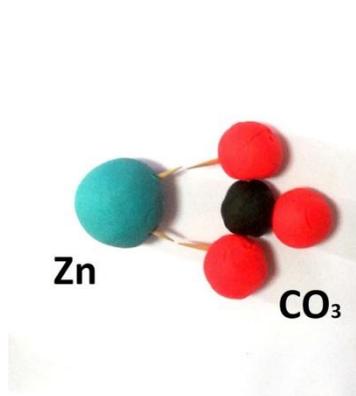
Cloruro de calcio



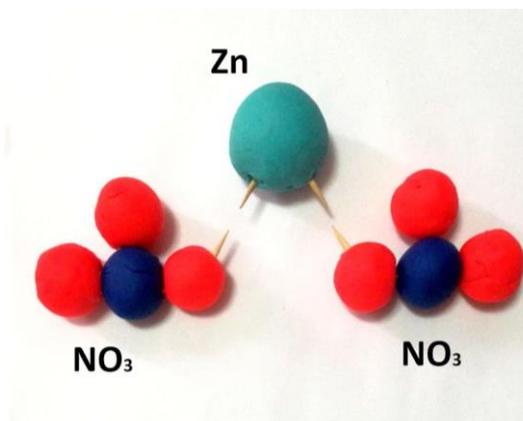
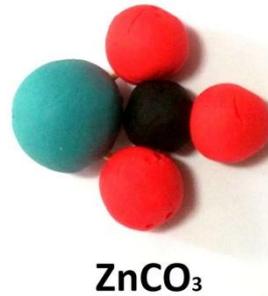
- Zinc:



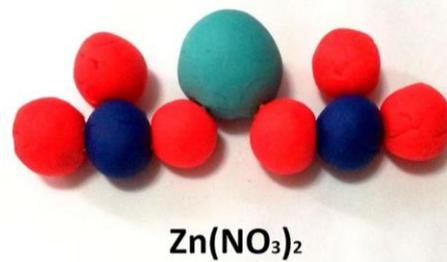
Sulfato de zinc

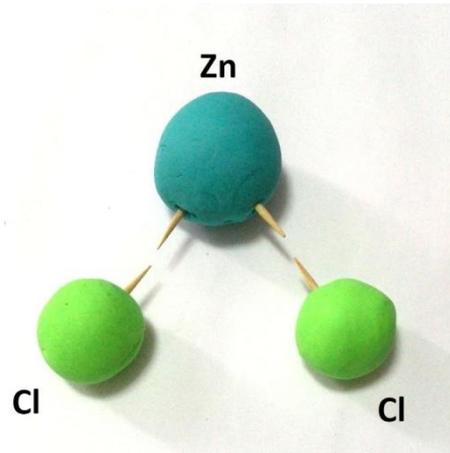


Carbonato de zinc

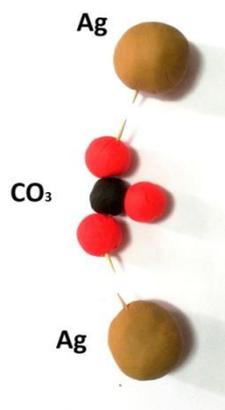
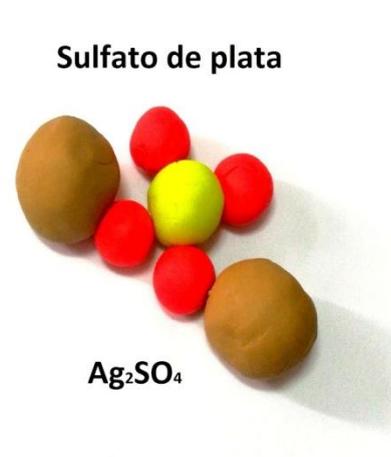
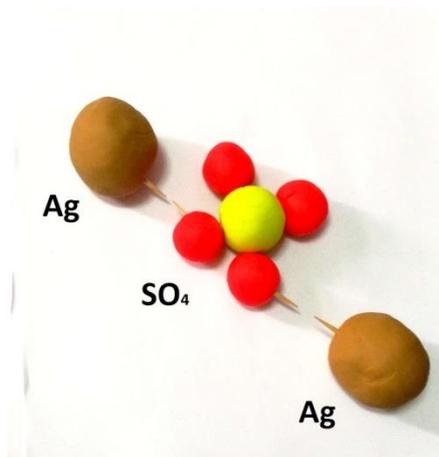


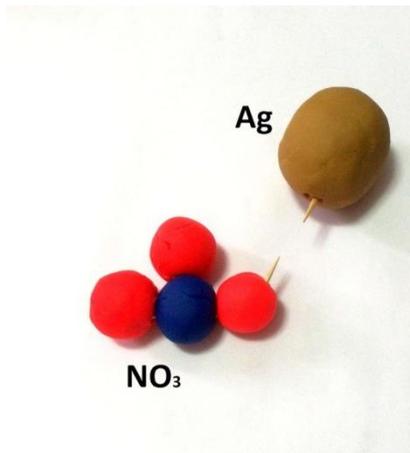
Nitrato de zinc



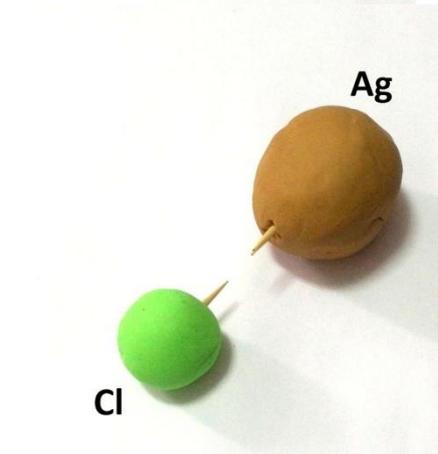
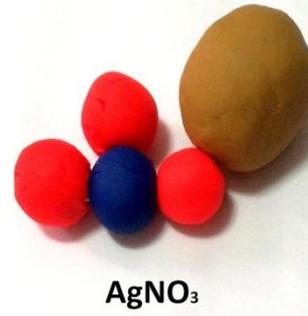


- Plata:





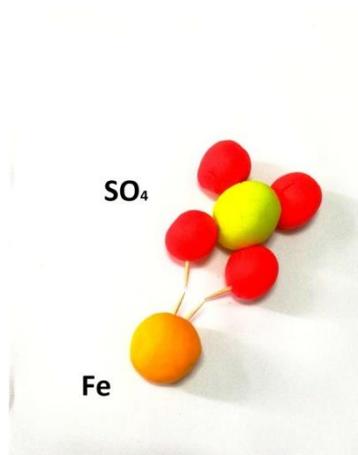
Nitrato de plata



Cloruro de plata

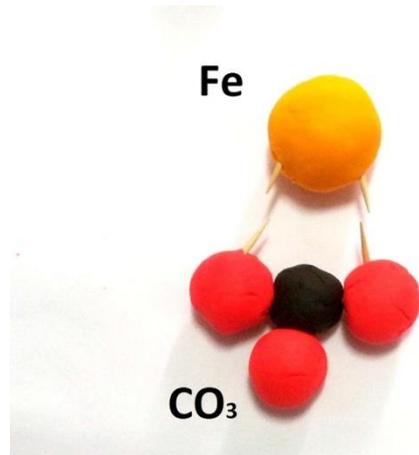


- Hierro:

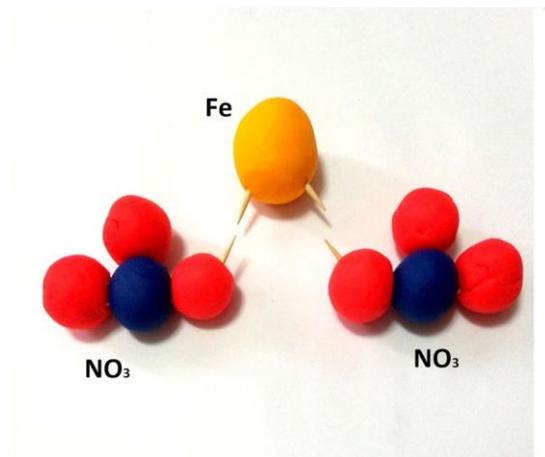


Sulfato de hierro (II)

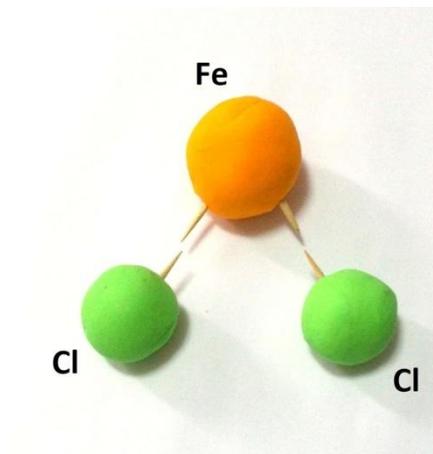
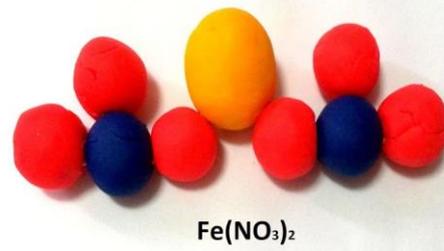




Carbonato de hierro (II)

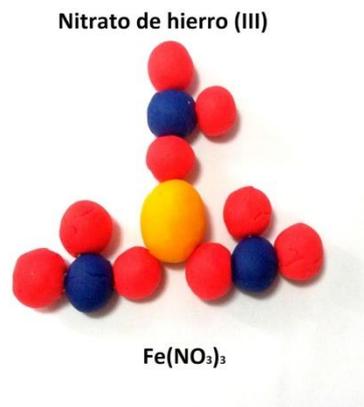
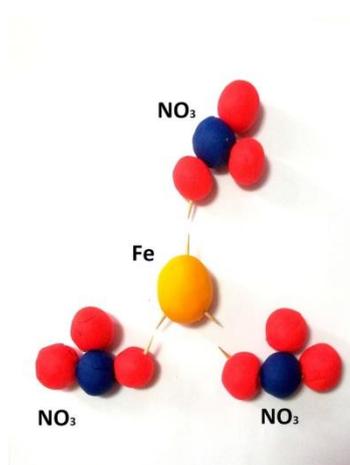
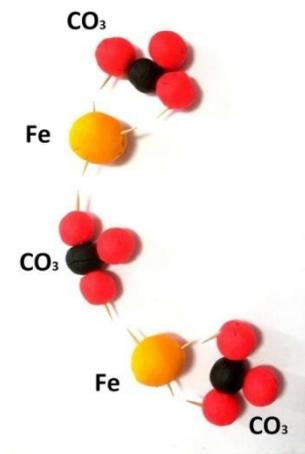
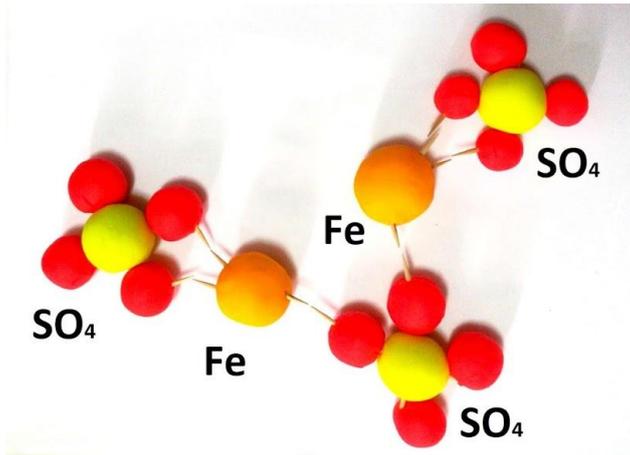


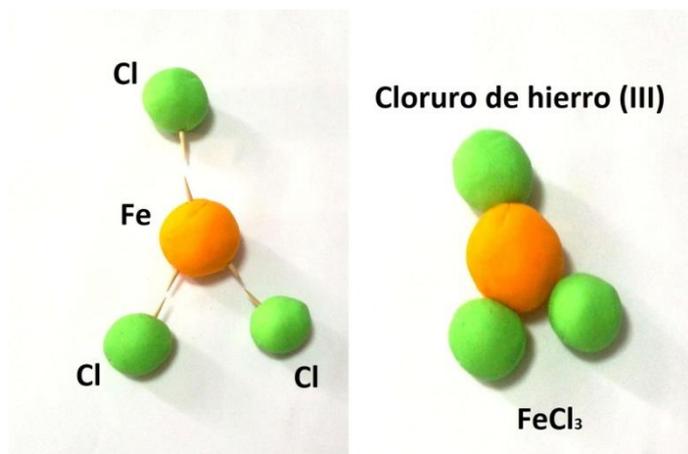
Nitrato de hierro (II)



Cloruro de hierro (II)







TAREA 11: Búsqueda de etiquetas

Actividad 11.1

A partir de los nombres que hemos aprendido hasta ahora, vamos a buscar en casa etiquetas de productos químicos. La misión es encontrar por lo menos dos etiquetas y traerlas el próximo día a clase.

Actividad 11.2

Se recogen todas las etiquetas, se revuelven y se vuelven a repartir a los estudiantes.

Actividad 11.3

Formula y nombra los compuestos químicos que puedas conocer de la etiqueta que te ha tocado y realiza un informe.

TAREA 12: ¿Qué podemos decir sobre los contaminantes?

Actividad 12.1

De cada contaminante nombrado en la tarea 3, contestad las siguientes preguntas:

1. ¿Se trata de un elemento, un compuesto o una mezcla?

2. ¿Qué tipo de compuesto es? ¿Qué nomenclatura utilizarías para nombrarlo?

3. Escribe su fórmula.

4. Busca información sobre sus propiedades.

Actividad 12.2

A partir de las propiedades encontradas en la actividad anterior, piensa y argumenta la siguiente pregunta:

- ¿Qué consecuencias pueden tener las emisiones?

TAREA 13: Evaluando conocimientos...

Actividad 13.1

Formula los siguientes compuestos:

Nombre	Fórmula
Ácido carbónico	
Hidróxido de plata (I)	
Sulfato de sodio	
Óxido de calcio (II)	
Cloruro de plata	
Hidróxido de zinc (II)	
Dióxido de carbono	
Nitrato de calcio	
Ácido nítrico	
Carbonato de plata	

Actividad 13.2

Nombra los siguientes compuestos:

Nombre	Fórmula
	FeCl ₃
	H ₂ SO ₄
	SO ₃
	Zn(NO ₃) ₂
	HCl
	Fe(OH) ₃
	CaCO ₃
	Ag ₂ O
	Fe ₂ (SO ₄) ₃
	Ca(OH) ₂

Actividad 13.3

Responde a la siguiente pregunta:

¿Qué sustancias químicas conoces?

ANEXO II

Rúbrica de Evaluación

Rúbrica de evaluación

	4	3	2	1
Actividades escritas (40%)				
Materiales realizados (40%)				
Participación en clase (20%)				

	4 (Muy bien)	3 (Bien)	2 (Regular)	1 (Mal)
Actividades escritas (40%)	Todas las actividades desarrolladas correctamente, además de presentarse ordenadas adecuadamente y sin faltas de ortografía.	Todas las actividades desarrolladas correctamente, pero presentadas desordenadamente y/o con faltas de ortografía.	Casi todas las actividades desarrolladas correctamente.	Solo algunas actividades desarrolladas correctamente.
Materiales realizados (40%)	Realiza todas las combinaciones de los elementos prácticamente a la perfección.	Combina bien la mayoría de los elementos.	Presenta ciertas dificultades a la hora de combinar los elementos, aunque logra realizar más de la mitad de los compuestos.	No llega a construir la mitad de los compuestos.
Participación en clase (20%)	Habla y discute abiertamente en todos los debates y actividades presentados en clase.	Se expresa en la mayoría de los debates y las actividades.	Participa ocasionalmente en clase.	No participa en ninguna de las actividades que se realizan en clase.

ANEXO III

Cuestionario de Autoevaluación

Autoevaluación

		SI	NO
He aprendido...	1. Cuál es la diferencia entre elemento y sustancia química.		
	2. Que las moléculas son neutras.		
	3. Cuáles son las proporciones en las que se unen ciertos elementos.		
	4. Que existen diferentes tipos de compuestos químicos.		
	5. Cómo se formulan y nombran algunos de los compuestos químicos más importantes.		
He trabajado...	1. Con la ayuda de mis compañeros.		
	2. Con la ayuda de mi profesor.		
	3. Manteniendo el orden en la clase.		
Mis compañeros...	1. Han respetado mis opiniones.		
	2. Han contribuido a mantener el orden.		
	3. Han trabajado mucho para lograr los objetivos.		
Mi profesor...	1. Ha respetado todas las opiniones.		
	2. Ha resuelto las dudas planteadas.		
	3. Ha sido educado con nosotros.		
Las clases han sido...	1. Más entretenidas que las tradicionales.		
	2. Divertidas o motivadoras.		
En general, evalúa... (del 1 al 10)	1. Las clases.		
	2. La actuación del profesor durante las clases.		
	3. La nota que crees que mereces en esta unidad.		
¿Qué harías para mejorar la unidad?			