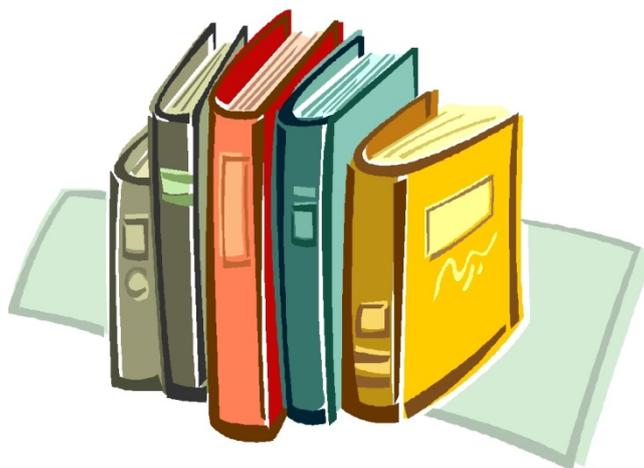


PROPUESTAS DE ENSEÑANZA DE LA FORMULACIÓN QUÍMICA EN MANUALES DE 3º Y 4º DE ESO

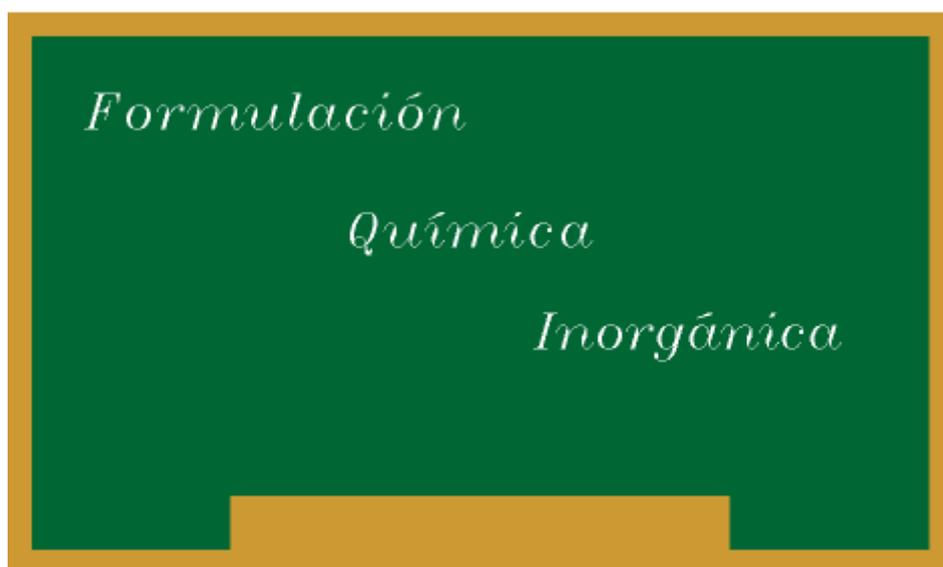
**Máster Universitario de Profesorado de Educación Secundaria
Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de
Idiomas**

Trabajo Fin de Máster – Junio de 2013



Alumno: **Almudena Linares Casado**

Profesor Supervisor: **Manuel Fernández González**



Resumen:

Al inicio de cualquier curso elemental de química encontramos, entre otros contenidos, la formulación y nomenclatura de los compuestos químicos inorgánicos.

Aprender a formular es un contenido básico para introducir al alumno en el mundo de la química y, por tanto, prepararlo para comprender desarrollos posteriores de la disciplina. Así se consigue la familiarización con el lenguaje científico de esta rama de la ciencia y conocemos, además, el significado que encierra.

En nuestro trabajo hemos analizado la exposición y el tratamiento de la temática indicada en los libros de texto de 3º y 4º ESO, ya que son en estos cursos donde se inicia el estudio de la formulación química. Hemos tenido en cuenta lo descrito en el Decreto de Enseñanzas Mínimas de esta etapa.

El estudio de los manuales ha arrojado unos resultados que hemos analizado y discutido, para posteriormente extraer las correspondientes conclusiones.

ÍNDICE

1. Introducción.....	5
1.1 La importancia de la formulación en la enseñanza de la química. Dificultades de enseñanza y aprendizaje	5
1.2 Marco curricular	8
2. El problema de investigación. Objetivos	13
2.1 Interrogantes de investigación.....	13
2.2 Objetivos	14
2.3 Desarrollo del trabajo.....	14
3. Fundamentos	17
3.1 Nomenclatura y formulación. Conceptos de base	17
3.2 Procedimientos de formulación	20
3.3 Sistemas de nomenclatura	24
4. Metodología	32
4.1 Muestra: Libros de texto seleccionados.....	32
4.2 Tópicos a considerar en el análisis	33
4.3 Protocolo de análisis de libros de texto	36
5. Resultados. Análisis de los resultados	38
5.1 Características de formulación química en los manuales	38
5.2 Análisis de los resultados	39
5.3 Discusión de resultados	42
6. Conclusiones	46
Bibliografía	48
Anexos	51
Anexo I.....	51
Anexo II.....	59
Anexo III	60
Anexo IV.....	70

1. INTRODUCCIÓN

1.1 LA IMPORTANCIA DE LA FORMULACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA. DIFICULTADES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

“Dime y lo olvido, enséñame y lo recuerdo, involúcrame y lo aprendo” (Benjamín Franklin, 1706-1790).

La enseñanza de las ciencias es una pieza importante dentro del panorama educativo. La formación del estudiante debe comprender unos aspectos científicos mínimos para poder prepararlos para la vida en una sociedad altamente tecnificada, tal como nos indica el Real Decreto de Enseñanzas Mínimas, donde la educación científica está englobada dentro de la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico, una de las ocho competencias básicas (Ministerio, 2006, p. 692).

Las ciencias experimentales, por tanto, tienen una finalidad formativa. Con ellas se pretende desarrollar en el alumno actitudes científicas como son la observación y reflexión de los fenómenos que ocurren a su alrededor, y el intento de encontrar explicación válida a que ocurra una cosa y no otra diferente (Ministerio, 2006, p. 690).

Pero la enseñanza habitual de las ciencias sigue centrada en aspectos muy conceptuales con pocas alusiones a otros que, según las investigaciones en didáctica, provocarían un aumento de la motivación y el interés en su estudio. Este tipo de contenidos aun no ha sido implementado adecuadamente en el currículum ni en la práctica docente. Posiblemente esto sea así porque la enseñanza de las ciencias suele olvidar que su principal finalidad es “preparar a los futuros científicos/ingenieros y a los ciudadanos conjuntamente para participar en una sociedad cada vez más moldeada por la investigación y el desarrollo en ciencia y tecnología” (Solbes, Montserrat y Furió, 2007, p. 97).

Los profesores siguen, pues, en su mayoría la metodología tradicional, centrada en la propia disciplina (Jiménez-Aleixandre, 2000), sin dar el paso a hacer las clases más atractivas. De manera natural, los jóvenes presentan curiosidad hacia la ciencia. Pero esta curiosidad se ve anulada cuando se tratan los temas en las aulas siguiendo la metodología tradicional (Rocard, Csermely, Jorde, Lenzen, Walwerg-Henriksson y Hemmo, 2008, p. 108).

Centrándonos en nuestra materia cabe decir que, en casi todo el mundo, la enseñanza de la química adquiere un perfil “químicamente puro”, lo cual no

favorece ni ayuda a formar en el alumno una actitud científica frente a la vida, (Chamizo, Nieto y Sosa, 2004). Los estudiantes tienen una visión y un concepto muy negativo sobre la química, piensan que es difícil y poco interesante (Solbes, Montserrat y Furió, 2007). La falta de interés se deriva de la ausencia de conexiones con la realidad, ya que la enseñanza habitual, excesivamente teórica, ignora el valor educativo de lo contextual (Parchmann, 2011). Tratando de corregir esta situación recientemente los países más avanzados han implantado en sus planes de estudio una asignatura común para todos los alumnos y que en España se llama “Ciencias para el mundo contemporáneo”. Presta especial atención a contenidos contextuales y CTS mediante una metodología de investigación (Fernández-González, 2008).

Las últimas leyes de educación (LOGSE, LOCE, LOE) no conceden demasiado desarrollo temporal a las asignaturas de ciencias, que sólo son obligatorias hasta 3º de ESO, con tan sólo dos horas lectivas a la semana de Física y Química. Además, en 4º de ESO la Física y Química debe competir con otras optativas más atractivas como Plástica, Tecnología y Música.

Otro factor que puede tener que ver en este desinterés hacia la química es el tema de los libros de texto. Éstos tienen mucha responsabilidad en el proceso educativo ya que los profesores suelen dar plena confianza a los manuales. Los libros de texto son poco partidarios de innovaciones ya que así las editoriales se aseguran la aprobación del profesorado que los solicita. Los profesores, por su parte, juegan un papel importante en el problema que estamos tratando. Principalmente porque en gran parte permanecen anclados en lo tradicional. Y los estudiantes muestran su desapego hacia la química señalando en especial los puntos siguientes (Solbes, Montserrat y Furió, 2007):

- Estudio muy teórico. Se deben aprender las reacciones químicas en el libro y nunca en el laboratorio.
- Dificultad. Como consecuencia, los alumnos optan a menudo por asignaturas que creen más sencillas y atractivas.
- Desconexión con la realidad. Los alumnos no encuentran que la química afecte a ningún aspecto de su vida.
- Falta de salidas profesionales.

Aún así, se sigue exigiendo a los alumnos que piensen, razonen y trabajen como científicos sin haberles proporcionado las estrategias adecuadas para actuar de esa manera (Chamizo, Nieto y Sosa, 2004).

Los objetivos de la enseñanza de la química son muy diversos. Hernández y Palacín (1993) consideran como objetivos generales básicos de nuestra asignatura los siguientes:

- Contribuir a formar individuos con capacidad de pensar por sí mismos.

- Ayudar a potenciar al máximo las capacidades del alumno.
- Favorecer la familiarización con el método científico.
- Ayudar a la comprensión de la naturaleza a partir de la estructura de la materia y sus transformaciones.
- Conseguir en el alumno una visión crítica de la ciencia y de sus aplicaciones.

El profesor tiene un papel muy importante intentando enseñar contenidos de química y a la vez pretendiendo conseguir en el alumno motivación e interés hacia la asignatura. Aunque llevar a cabo todo esto no es tarea fácil. En primer lugar porque hay que tener en cuenta que el alumno no viene con la mente en blanco, sino con una serie de ideas previas o concepciones alternativas que deben tenerse en cuenta (Hierrezuelo y Montero, 1991). En química estas ideas erróneas han sido bien estudiadas por diversos autores (p.ej. Driver, 1985; Nakhleh, 1992). Por lo que respecta a motivación, los profesores utilizan métodos basados en su propia experiencia, lo cual no suele ser recomendable. Para ello deberían cambiar el método tradicional de enseñanza basado en gran parte en la memorización de la teoría, por otros más activos, aprovechables y amenos. El método más utilizado actualmente en ciencia es el aprendizaje por investigación (Montiano, 2010). El método se enmarca dentro del modelo constructivista, a cuya base se encuentra la teoría cognitiva del aprendizaje (Rodrigo y Cubero, 2000).

La enseñanza de la formulación

Al comenzar el estudio de la química, como de cualquier otra ciencia, es imprescindible el conocimiento de su lenguaje propio para conseguir comprender las exposiciones de cualquier manual (Latorre, 1999). Los investigadores han señalado tres niveles de representación en química: macroscópico, microscópico y simbólico (Gabel, 1998). Asimismo se ha constatado que muchos alumnos tienen grandes dificultades de comprensión de las representaciones simbólicas, entre las que se incluye la formulación (Johnstone, 1993). La causa apuntada es que los alumnos tienen a permanecer en niveles sensoriales y, por ello, tienen son incapaces de interpretar representaciones simbólicas como la formulación (Griffiths, 1992).

Es bien conocido que entre las diferentes áreas de ciencias existen contenidos que resultan tediosos y complejos de estudiar para una mayoría del alumnado (Muñoz, 2010). Esto es lo que ocurre con la formulación química. A falta de ella la química se construye sobre una base incompleta que puede impedir un aprendizaje adecuado. Por ello debe quedar bien asimilada, al menos sus principios básicos, desde el comienzo, sin esperar a aprenderla en cursos superiores. A este respecto debe señalarse que hay profesores para los que la enseñanza de la formulación no es considerada primordial, y prefieren impartir otros temas de contenido formativo que les parecen más adecuados. En el extremo opuesto, otros, por el contrario consideran la formulación como un contenido fundamental de la

química, y obligan al alumno a aprender fórmulas de sustancias poco usuales y de algunas que ni existen (Hernández y Palacín, 1993).

Otro aspecto a tratar son los libros de texto. En ellos se presenta la formulación como un tipo de lenguaje, sin insistir en la interpretación y significado que encierra la fórmula de una sustancia. La mayoría de los ejercicios propuestos en los libros de texto, que los alumnos resuelven de manera mecánica, no contribuyen a enderezar esta situación (Taskin y Bernholt, 2012). Puede comprenderse, pues, el comentario habitual de los alumnos sobre esta cuestión “Me sé de memoria la fórmula química, pero no entiendo su significado” (De Jong, 1996, p. 279).

Para comenzar adecuadamente el aprendizaje de la formulación química, el alumno debe entender que la fórmula química de una sustancia o compuesto es una forma de expresar qué elementos forman parte de un compuesto y qué proporción guardan al combinarse. Pero lo que ocurre en la realidad, según la investigación didáctica, es que una buena parte de los alumnos sigue aún viendo las fórmulas como abreviaturas de nombres (Ben-Zvi, Eylon y Silberstein, 1988).

Por otra parte, aunque se han estudiado las dificultades que tienen los alumnos para entender el universo microscópico y el lenguaje mediante representaciones simbólicas de las sustancias, su puesta en práctica ha hecho caso omiso a las posibles soluciones del problema.

1.2 MARCO CURRICULAR

Puesto que el tema de nuestra investigación es la formulación química, hemos comenzado buscando todo lo que aparece al respecto en el Real Decreto 1631/2006 del 29 de diciembre, donde se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria (BOE de 05-01-2007). Del citado Decreto se han revisado preámbulos, objetivos, competencias, contenidos y criterios de evaluación.

La etapa educativa en la que se inserta nuestro trabajo señala en el citado Decreto su finalidad respecto a la ciencia: “La educación secundaria obligatoria ha de facilitar a todas las personas una alfabetización científica que haga posible la familiarización con la naturaleza y las ideas básicas de la ciencia.” (Ministerio, 2006, p. 690). Y más adelante aclara las connotaciones de educación científica para la ciudadanía: “La ciencia en esta etapa debe estar próxima al alumnado y favorecer su familiarización progresiva con la cultura científica, llevándole a enfrentarse a problemas abiertos y a participar en la construcción y puesta a prueba de soluciones tentativas fundamentadas. Ésta es la alfabetización científica que requiere la formación ciudadana, pero es también la mejor formación científica inicial que puede recibir un futuro científico, pues permite salir al paso de visiones

deformadas y empobrecidas, puramente operativas de la ciencia, que generan un rechazo hacia la misma que es necesario superar.” (Ministerio, 2006, p. 691).

Como **objetivo** de asignatura presente en la materia de Ciencias de la naturaleza, y relacionado con el tema de la investigación, aparece el siguiente: “Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando un lenguaje oral y escrito con propiedad.” (Ministerio, 2006, p. 693).

Las **competencias básicas** señaladas por el BOE y que pueden afectar más particularmente a nuestro tema son las siguientes:

“La mayor parte de los contenidos de Ciencias de la naturaleza tiene una incidencia directa en la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. Precisamente el mejor conocimiento del mundo físico requiere el aprendizaje de los conceptos y procedimientos esenciales de cada una de las ciencias de la naturaleza y el manejo de las relaciones entre ellos: de causalidad o de influencia, cualitativas o cuantitativas, y requiere asimismo la habilidad para analizar sistemas complejos, en los que intervienen varios factores.” (Ministerio, 2006, p. 691). El tema que se está analizando está comprendido en el área de ciencias, por lo que esta competencia es una de las principales.

“La competencia matemática está íntimamente asociada a los aprendizajes de las Ciencias de la naturaleza. La utilización del lenguaje matemático para cuantificar los fenómenos naturales, para analizar causas y consecuencias y para expresar datos e ideas sobre la naturaleza proporciona contextos numerosos y variados para poner en juego los contenidos asociados a esta competencia y, con ello, da sentido a esos aprendizajes.” (Ministerio, 2006, p. 692). En formulación química están implícitas relaciones matemáticas, como más adelante veremos.

“El trabajo científico tiene también formas específicas para la búsqueda, recogida, selección, procesamiento y presentación de la información que se utiliza además en muy diferentes formas: verbal, numérica, simbólica o gráfica. La incorporación de contenidos relacionados con todo ello hace posible la contribución de estas materias al desarrollo de la competencia en el tratamiento de la información y competencia digital.” (Ministerio, 2006, p. 692). La formulación química es en esencia una representación simbólica, basada en los símbolos químicos de los elementos. Hoy en día, el uso de las nuevas tecnologías de la información ayuda a dar respuestas y facilitar el aprendizaje de prácticamente cualquier área en la que se necesite ayuda. Por ello, la búsqueda de información acerca del tema podrá ayudar a mejorar el aprendizaje de la formulación.

“La contribución de esta materia a la competencia en comunicación lingüística se realiza a través de (...) la adquisición de la terminología específica sobre los seres vivos, los objetos y los fenómenos naturales que hace posible comunicar adecuadamente una parte muy relevante de las experiencia humana y comprender suficientemente lo que otros expresan sobre ella.” (Ministerio, 2006, p. 692). Esta es la competencia que más nos interesa, ya que la principal utilidad de la formulación y nomenclatura química es aprender y saber usar el lenguaje y la comunicación en este ámbito de la ciencia.

“Los contenidos asociados a la forma de construir y transmitir el conocimiento científico constituyen una oportunidad para el desarrollo de la competencia para aprender a aprender. En el aprendizaje a lo largo de la vida, en el caso del conocimiento de la naturaleza, se va produciendo por la incorporación de informaciones provenientes en unas ocasiones de la propia experiencia y en otras de medios escritos o audiovisuales.” (Ministerio, 2006, p. 692). En el aprendizaje de la formulación química es efectivo, una vez que se adquieren los procesos básicos, que el alumno se autoejercite, complementando las tareas señaladas por el profesor. Esto puede llevarse a cabo sobre todo mediante la realización de ejercicios, donde el alumno puede comprobar sus errores y así mejorar su aprendizaje.

Como se puede observar, la formulación química no desarrolla todas las competencias básicas. Esto es debido a que siendo un tema muy específico, difícilmente puede abarcarlas todas.

Con respecto a los **contenidos**, vamos a reproducir los programas del tercer y cuarto curso de E.S.O. en la asignatura de Física y Química. Hemos señalado los títulos de los bloques y hemos recogido las secciones de estos que pueden resultarnos de interés.

El tercer curso consta de cuatro bloques (Ministerio, 2006, p. 696):

Bloque 1. Contenidos comunes.

Utilización de estrategias propias del trabajo científico.

Bloque 2. Diversidad y unidad de estructura de la materia.

La naturaleza corpuscular de la materia.

La teoría atómico-molecular de la materia.

Revisión de los conceptos de mezcla y sustancia.

Sustancias simples y compuestas.

Introducción del concepto de elemento químico.

Bloque 3. Estructura interna de las sustancias.
Propiedades eléctricas de la materia.
Estructura del átomo. Modelos de Thomson y de Rutherford.

Bloque 4. Cambios químicos y sus repercusiones.
Reacciones químicas y su importancia.
Descripción del modelo atómico-molecular para explicar las reacciones químicas.
Interpretación de la conservación de la masa. Representación simbólica.

Como vemos, todos los contenidos son de química. Entre ellos no figura de modo explícito la formulación y la nomenclatura.

El cuarto curso consta de cinco bloques. (Ministerio, 2006, p. 698-699). De ellos sólo el bloque 4 está centrado en la química. Los demás bloques están destinados a contenidos comunes y contenidos de física.

Bloque 1. Contenidos comunes.
Familiarización con las características básicas del trabajo científico

Bloque 2. Las fuerzas y los movimientos.

Bloque 3. Profundización en el estudio de los cambios.
Energía, trabajo y calor.
Las ondas.

Bloque 4. Estructura y propiedades de las sustancias.
La estructura del átomo. El sistema periódico de los elementos químicos.
El enlace químico: enlaces iónico, covalente y metálico.

Introducción a la formulación y nomenclatura de los compuestos binarios según las normas de la IUPAC.

Bloque 5. La contribución de la ciencia a un futuro sostenible

Vemos, pues, que es en el cuarto curso donde se establece de modo específico una introducción a la formulación pero sólo “de los compuestos binarios según las normas de la IUPAC”.

Entre los **criterios de evaluación** de ambos cursos no hay ninguno sobre formulación. Únicamente hemos encontrado uno en 4º curso referido a la tabla periódica. Lo hemos indicado ya que entre la formulación química y la tabla periódica existe una estrecha relación y nos servirá para evaluar la presentación de la formulación en los manuales. Es el siguiente:

“Identificar las características de los elementos químicos más representativos de la tabla periódica, predecir su comportamiento químico al unirse con otros elementos, así como las propiedades de las sustancias simples y compuestas formadas.

Con este criterio se pretende comprobar que el alumnado es capaz de distribuir los electrones de los átomos en capas, justificando la estructura de la tabla periódica.” (Ministerio, 2006, p. 700).

2. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN. OBJETIVOS

2.1 INTERROGANTES DE INVESTIGACIÓN

Según lo expuesto en la Introducción (1.1), existe en la actualidad un problema muy extendido por prácticamente todos los países, que es la disminución drástica del número de estudiantes que eligen los estudios de ciencias. Las causas de este hecho apuntan a fallos importantes en la enseñanza de las ciencias, que provocan una ausencia de atracción de los alumnos hacia estos estudios, en general, y los de química muy en particular.

Nuestra investigación se sitúa en el seno de esta problemática. Prestamos atención a la enseñanza de la química en la actualidad y, más concretamente, a uno de los elementos sobre el que recae gran parte de la responsabilidad de este estado de cosas: la enseñanza de la formulación a nivel inicial.

Si tuviéramos que señalar un interrogante general de nuestra investigación, este sería:

¿Por qué la formulación química provoca rechazo en la mayor parte de los alumnos?

Este interrogante general podemos concretarlo en los siguientes:

- * ¿Qué elementos (conceptuales y procedimentales) intervienen normalmente en la enseñanza de la formulación a nivel inicial?
- * ¿Qué directrices proponen los documentos oficiales acerca de la formulación a nivel inicial (3º-4º de ESO)?
- * ¿Cómo presentan los libros de texto la formulación a nivel inicial?
- * ¿Qué planteamiento ofrecen los libros de texto para la enseñanza de la formulación a nivel inicial?
- * ¿Cuáles son los elementos de su enseñanza que aparecen como poco procedentes? ¿Cómo podría mejorarse la situación?

2.2 OBJETIVOS

Una vez planteado el problema y fijados los interrogantes de investigación, nos encontramos con la tarea de dar respuesta a dichos interrogantes. Para ello vamos ahora a fijar unos objetivos que van a guiar nuestra investigación a fin de dar cuenta de los interrogantes anteriores. Cada interrogante está relacionado con uno o varios objetivos.

Así pues, los objetivos que nos proponemos son los siguientes:

1. Señalar los contenidos conceptuales y procedimentales que normalmente intervienen en la enseñanza de la formulación y nomenclatura químicas a nivel inicial.
2. Estudiar en los documentos oficiales (BOE) las indicaciones propuestas acerca de la formulación.
3. Analizar exposiciones de formulación en libros de texto de 3º y 4º de ESO, mediante un protocolo que contenga los tópicos antes especificados.
4. Especificar cómo y qué contenidos de formulación presentan los manuales.
5. Especificar las tendencias de los manuales (que en la mayor parte de los casos serán las de los profesores) sobre el modo de enseñar la formulación.
6. En relación con el objetivo anterior, señalar algunos tópicos y estrategias claramente improcedentes de enseñanza de la formulación.

2.3 DESARROLLO DEL TRABAJO

1. Introducción.

Comenzamos con una exposición donde se traza un panorama general del estado de la cuestión acerca de la enseñanza de la Química, y más concretamente de la formulación (1.1). Dentro de este marco se especifican las directrices propuestas por el BOE (Decreto de Mínimos) para los cursos 3º y 4º de ESO (1.2).

2. El problema de investigación. Objetivos.

En este tema se trazan los interrogantes de investigación (2.1) y, conforme a ellos, se señalan los objetivos que van a guiar nuestra investigación (2.2). Se presenta, además, el desarrollo en que va a exponerse el trabajo (2.3).

3. Fundamentos.

Como paso previo a la investigación, es necesario estudiar los fundamentos en que se basa la enseñanza de la formulación, tanto conceptuales (3.1), como procedimentales (3.2), y los sistemas que suelen utilizarse para nombrar las sustancias (3.3).

4. Metodología.

Aquí nos introducimos de lleno en el proceso de investigación. Como vamos a investigar la manera en que aparece la formulación en los libros de texto, es imprescindible para ello fijar en primer lugar la muestra elegida (4.1). A continuación, estudiar los tópicos a considerar en el análisis (4.2), que serán los que han aparecido en el tema anterior, junto a otros más escolares (p.ej. actividades propuestas). Con ello se va a elaborar un protocolo de análisis (4.3) para ser aplicado a la muestra.

5. Resultados. Análisis de resultados.

De la aplicación del protocolo de análisis a la muestra se obtendrán unos resultados, que dan idea del tratamiento que proporcionan los manuales al tema de formulación (5.1). A continuación se procede al correspondiente estudio de estos resultados en cada uno de los tópicos considerados (5.2) y, como consecuencia, van a aparecer las orientaciones y tendencias de enseñanza de la formulación que ofrecen los manuales, de las cuales se señalarán algunas por improcedentes (5.3).

6. Conclusiones.

El trabajo se completa con unas conclusiones finales que van a recoger las aportaciones más esenciales de la investigación emprendida.

Bibliografía y Anexos.

La exposición se cierra con la correspondiente bibliografía utilizada, donde figuran también los manuales de la muestra. Igualmente se han incluido en los anexos algún fragmento característico de manuales de la muestra.

Incluimos en la tabla siguiente (Tabla 2.1) un resumen de las relaciones, ya comentadas, entre los apartados del presente tema.

Interrogante de investigación	Objetivo/s	Desarrollo (apartados)
Qué elementos intervienen en la enseñanza de la formulación...?	1	3.1 / 3.2 / 3.3
Qué directrices proponen los documentos oficiales...?	2	1.2
Cómo presentan los contenidos los libros de texto...?	3 / 4	4.1 / 4.2 / 4.3 / 5.1 / 5.2
Qué planteamiento ofrecen los libros de texto...?	3 / 5	4.1 / 4.2 / 4.3 / 5.1 / 5.2
Qué elementos podrían mejorarse...?	6	5.3

Tabla 2.1. Relación interrogantes – objetivos - desarrollo

3. FUNDAMENTOS

3.1 NOMENCLATURA Y FORMULACIÓN. CONCEPTOS DE BASE

El tema de formulación y nomenclatura, objeto de nuestra investigación, es un tema complejo que descansa en una serie de conceptos básicos de fundamento químico. Debemos, pues, señalar estos conceptos y términos y considerarlos con cierto detalle.

En principio vamos a comenzar por el concepto de **elemento**. Las sustancias están formadas por combinaciones de otros cuerpos más básicos, que son los elementos. Los elementos no se pueden dividir en cuerpos más sencillos a través de procedimientos químicos. Un elemento está formado por átomos iguales, o más exactamente, por átomos de un valor de Z determinado. Cada elemento viene designado mediante por un **símbolo** químico, que tiene validez internacional. Consiste en una o dos letras (la primera con mayúscula) del nombre del elemento, algunas veces tomado del latín o el griego.

Los elementos están ordenados en la **tabla periódica**, de tal manera que los grupos o columnas poseen propiedades químicas similares. En la tabla periódica podemos ver la totalidad de los elementos y sus símbolos. Así, conociendo los símbolos de los elementos se podrán expresar las fórmulas de las sustancias en cuya composición intervienen, y construir el nombre de cada una siguiendo las normas de la nomenclatura química.

Debe tenerse en cuenta que existen dos tipos de elementos: los **metales** y los **no metales**. Los primeros muestran modos de combinación y propiedades diferentes a los segundos. A efectos de definir los compuestos y establecer sus fórmulas es necesario conocer si un elemento pertenece al grupo de los metales o de los no metales. Los primeros tienen tendencia a desprenderse de electrones y los segundos a captarlos.

Las similitudes y diferencias encontradas en las estructuras electrónicas de los elementos es la causa por la que encontramos propiedades periódicas a lo largo de la tabla periódica. Hoy en día, sabemos que la reactividad de un elemento depende de su estructura electrónica externa, debido a que en la formación de enlaces sólo intervienen los electrones más exteriores. Así, los elementos de un mismo grupo se caracterizan por poseer idéntico número de electrones en orbitales externos del mismo tipo (s , p , d o f), por lo que poseen una **configuración electrónica** similar.

Los elementos componentes de las sustancias se encuentran siempre en unas proporciones ponderales determinadas. Esto se debe a que, en un mismo

compuesto, los átomos de dichos elementos se encuentran unidos en una misma proporción numérica.

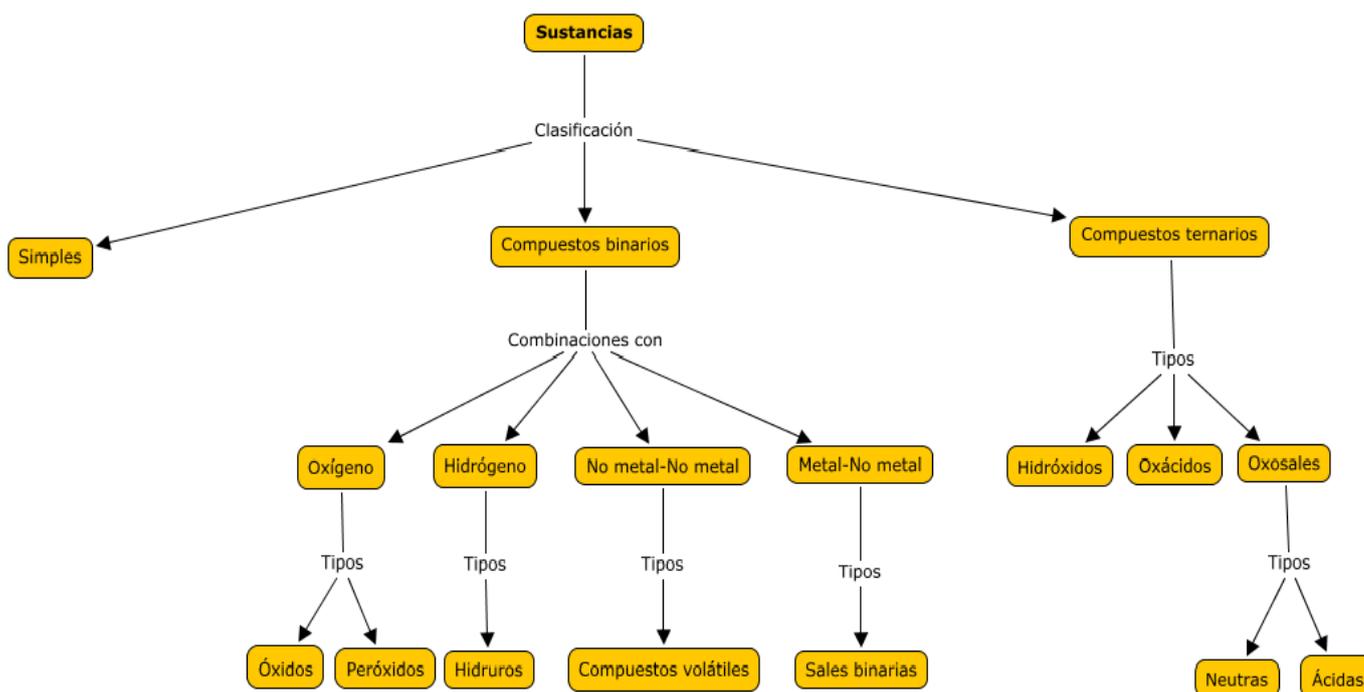
Es conveniente marcar la diferencia entre dos términos fundamentales que en muchas ocasiones parecen confundirse: formulación y nomenclatura.

La **formulación** consiste en representar una sustancia de una manera simbólica. Ello se realiza utilizando los símbolos de los elementos que lo constituyen. La fórmula química nos indica cuáles son los elementos que forman la sustancia, y la cantidad o proporción de átomos en el compuesto. El objetivo de la formulación es asignar a una sustancia su fórmula química.

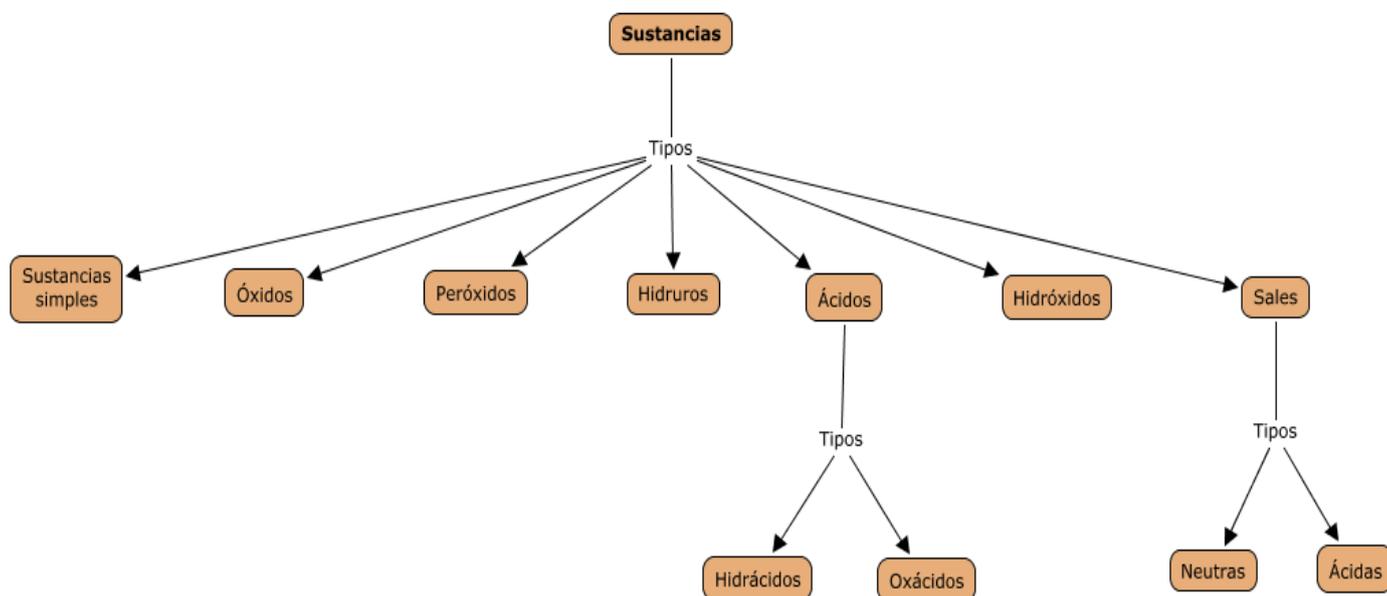
La **nomenclatura** consiste en nombrar una sustancia a partir de su fórmula química. Existe una serie de reglas utilizadas para asignar un nombre químico a las sustancias, según el tipo de combinación que se trate, que permiten asignar un nombre a cada sustancia para que quede definida de forma inequívoca. Veremos más adelante que estas normas son propias de tres sistemas de nomenclatura diferentes.

Es importante también tener claro el **significado** de la fórmula química. De una fórmula se puede deducir los elementos constituyentes de la sustancia, así como la proporción de átomos de cada tipo que intervienen y la relación ponderal de la combinación.

Por último, la clasificación de las sustancias por tipos se puede llevar a cabo de dos maneras: siguiendo un criterio analítico, o mediante el tipo de compuesto que forman. El criterio analítico clasifica a las sustancias en función del número de átomos que contenga la fórmula. Así surgiría la siguiente clasificación:



En cambio, si predomina el criterio del tipo de compuestos, la clasificación tendría lugar dependiendo de la función química que posea la molécula:



- **Óxidos:** Son compuestos binarios formados por oxígeno y cualquier elemento de la tabla periódica.
- **Peróxidos:** Son compuestos binarios que contienen un enlace oxígeno-oxígeno unido a otro elemento.
- **Hidruros metálicos:** Son compuestos binarios formados por metales e hidrógeno.
- **Hidruros no metálicos o hidrácidos:** Son compuestos binarios formados por un no metal e hidrógeno. Si el hidruro se encuentra en disolución acuosa se le denomina hidrácido.
- **Compuestos no metal-no metal:** Son combinaciones binarias de dos no metales distintos del oxígeno y el hidrógeno.
- **Hidróxidos:** Son compuestos formados por un metal y uno o varios grupos hidróxido (OH).
- **Ácidos oxácidos:** Son compuestos formados por oxígeno, hidrógeno y un no metal (o un metal de transición).
- **Sales binarias:** Compuestos formados por un metal y un no metal.

- **Oxosales:** Son combinaciones ternarias que pueden considerarse derivadas de los ácidos oxácidos, sustituyendo sus hidrógenos por un metal.
- **Sales ácidas:** Son combinaciones que pueden considerarse derivadas de sustituir por un metal parte de los hidrógenos presentes en un ácido.

3.2 PROCEDIMIENTOS DE FORMULACIÓN

Para obtener la fórmula química de cualquier sustancia existe un conjunto de normas útiles desarrolladas en los manuales. Antes de describir estos métodos vamos a introducir algunos conceptos de base que se deben tener en cuenta antes de comenzar a formular:

- El primer concepto importante es el concepto de **valencia**. La valencia se define como la capacidad de combinación que tiene el átomo de un elemento. Es un número natural que mide el número de enlaces que puede formar con otros átomos o grupos de átomos. Es útil conocer la valencia de cada átomo para posteriormente expresar cómo se combinan los átomos en la fórmula química.
- Otro concepto básico es el **número de oxidación**, el cual no se debe confundir con el concepto de valencia. El número de oxidación es un número entero y se define como la carga que tendría el átomo de un elemento si todos los enlaces de la molécula en la que interviene se hicieran iónicos. Como para ello se supone que el elemento más electronegativo se queda con los electrones del enlace, vemos que el concepto de número de oxidación está montado sobre el concepto de electronegatividad.

Existen unas reglas para calcular el número de oxidación:

- ✓ El número de oxidación de un elemento libre (Zn, H₂, N₂, etc.) es cero.
- ✓ El número de oxidación de un ion monoatómico es igual a su carga.
- ✓ El número de oxidación del hidrógeno es +1, excepto en los hidruros metálicos que es -1.
- ✓ El número de oxidación del oxígeno es -2, excepto en los peróxidos que es -1.

- ✓ El número de oxidación de los metales en los compuestos es igual a su valencia iónica: alcalinos, +1; alcalinotérreos, +2, etc.
- ✓ La suma algebraica de los números de oxidación de todos los átomos de un compuesto es igual a cero. Si se trata de un ion, esta suma debe ser igual a la carga del ion.

A menudo los términos de valencia y de número de oxidación son confundidos. Un error muy común es emplear el término de valencia para hacer referencia al número de oxidación, otorgándoles valores positivos y negativos a las valencias.

Una vez aclarados estos conceptos podemos describir los diversos métodos propuestos para deducir la fórmula química (García y Teijón, 1993; Josa, 1995; Peterson, 1987):

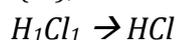
1. El primer procedimiento consiste en escribir en el caso de los compuestos binarios el símbolo químico de cada elemento o grupo, poniendo a la izquierda el elemento más electropositivo y a la derecha el más electronegativo. Seguidamente se colocan como subíndices las valencias o números de oxidación de cada elemento intercambiados de un elemento a otro. Por último, si estos subíndices poseen un denominador común se dividen por éste hasta que sean lo más reducidos posible.

En el caso de compuestos no binarios, se sigue el mismo mecanismo con los átomos y grupos que pudieran intervenir.

Ejemplos:

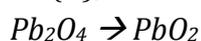
Hidrógeno (H), valencia = 1

Cloro (Cl), valencia = 1



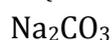
Plomo (Pb), valencia = 4

Oxígeno (O), valencia = 2

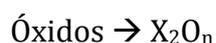


Sodio (Na), valencia = 1

Anión carbonato (CO₃²⁻), valencia = 2



2. Otro procedimiento se basa en aprender la fórmula general para cada tipo de compuesto y simplificar los subíndices como en el método anterior cuando sea posible. Las fórmulas generales a tener en cuenta pueden ser:



Hidruros $\rightarrow XH_n$
 Hidrácidos $\rightarrow H_nX$
 Sales binarias $\rightarrow M_nN_m$
 Hidróxidos $\rightarrow M(OH)_m$
 No metal-no metal $\rightarrow X_yY_x$
 Oxosales $\rightarrow Y_a(X_bO_c)_y$

Ejemplos:

Hidróxido de calcio:
 Valencia del calcio (Ca) = 2, por tanto $m=2$
 $M(OH)_m \rightarrow Ca(OH)_2$

Hidruro de sodio
 Valencia del sodio (Na) = 1, por tanto $n=1$
 $XH_n \rightarrow NaH_1 \rightarrow NaH$

Sulfato de aluminio
 Deriva del ácido sulfúrico: H_2SO_4 , por tanto $b=1, c=4, a=2$
 Valencia del aluminio (Al) = 3, por tanto $y = 3$
 $Y_a(X_bO_c)_y \rightarrow Al_2(SO_4)_3$

La fórmula general de los oxácidos sería la siguiente:

Oxácidos $\rightarrow H_aX_bO_c$

Pero los oxácidos no se pueden formular de esta manera tan sencilla como ocurre con el resto de los compuestos. El procedimiento para ellos lo describiremos después.

- El tercer método estaría basado en el número de oxidación. Consistiría en escribir la fórmula química teniendo en cuenta que la suma de los números de oxidación de cada átomo de la molécula debe ser igual a cero.

Ejemplos:

Óxido de calcio
 Oxígeno (O), número de oxidación = -2
 Calcio (Ca), número de oxidación = +2
 La fórmula ha de ser CaO
 porque: $+2 - 2 = 0$

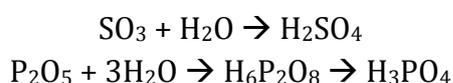
Fórmula de un oxácido cuyo átomo central sea cloro con número de oxidación +3
Hidrógeno (H), número de oxidación = +1

Cloro (Cl), número de oxidación = +3
 Oxígeno (O), número de oxidación = -2
 La fórmula ha de ser HClO_2
 porque: $1 + 3 + (-2) \cdot 2 = 0$
 (Anexo I)

Formulación de los oxácidos.

En el caso concreto de los oxácidos hay varios procedimientos que suelen darse para llegar a su fórmula:

- ✓ El primer método consiste en partir del óxido correspondiente y sumarle una o varias moléculas de agua. Si es necesario se simplifican los subíndices.



- ✓ Otro de ellos consiste en memorizar tablas como la siguiente, que recopilan las fórmulas de los ácidos más comunes en función de la valencia del átomo central:

Valencia	Fórmula	Ejemplos
I	HXO	HClO
II	H_2XO_2	H_2SO_2
III	HXO_2	HClO_2
IV	H_2XO_3	H_2SO_3
V	HXO_3	HClO_3
VI	H_2XO_4	H_2SO_4
VII	HXO_4	HClO_4

Tabla 3.1. Fórmula general de oxácidos en función de la valencia

Hay otros métodos, muy minoritarios, y alguno de ellos muy poco recomendable. El que se da a continuación propone el siguiente procedimiento:

1. Se escriben los símbolos de los elementos en el orden correcto: HXO
2. Para averiguar el número de átomos de oxígeno, se toma el número de oxidación del elemento central, se divide entre dos, se desprecia la parte decimal y se le suma 1. (¡Atención a esto!)
3. El número de átomos de hidrógeno se determina teniendo en cuenta que la suma de los números de oxidación ha de ser 0:

$$n^\circ \text{ de H} = 2 \times n^\circ \text{ de O} - n^\circ \text{ ox de X} \quad (\text{¡La fórmula mágica!})$$

Ejemplo, ácido clórico, donde $n^{\circ}\text{ox}(\text{Cl})=+5$:

1. HClO

2. $5/2 = 2,5$
 $n^{\circ}(\text{O}) = 2+1 = 3$

3. $n^{\circ}(\text{H}) = 2 \times 3 - 5 = 1$

Por tanto: HClO_3

3.3 SISTEMAS DE NOMENCLATURA



“Es necesario un método constante de denominación que ayude a la inteligencia y alivie la memoria” (Guyton de Morveau).

Existen muchas sustancias químicas y cada día surgen muchísimas más en los laboratorios. Cada sustancia, molécula o compuesto es único y debe tener un nombre propio correspondiente. Para facilitar su identificación se han creado unas normas para nombrar a todos los compuestos químicos bajo las mismas reglas. La nomenclatura puede definirse como la terminología empleada para hacer referencia a las sustancias y compuestos químicos. La IUPAC es el organismo internacional encargado de aprobar los nombres de las diferentes sustancias químicas y de fijar y recomendar las normas generales de nomenclatura química.

Los métodos que vamos a definir reúnen y nombran a los compuestos inorgánicos, ya que la nomenclatura de los compuestos orgánicos sigue otra estructura. Los compuestos químicos inorgánicos se nombran atendiendo a la función química que contengan y al número de elementos químicos que contengan. Actualmente se admiten tres sistemas diferentes de nomenclatura (García y Teijón, 1993; Josa, 1995; Peterson, 1987), los cuales son:

- Nomenclatura sistemática
- Nomenclatura de Stock
- Nomenclatura tradicional

La **nomenclatura sistemática** es la recomendada por la IUPAC (Latorre, 1999). También es conocida como nomenclatura estequiométrica. Nombramos los compuestos químicos utilizando prefijos numéricos griegos que muestran el número de átomos de un mismo elemento presentes en la fórmula.

- a) Óxidos: Se utiliza la palabra “óxido” en primer lugar. La proporción atómica se indica con los prefijos numerales. Seguidamente, tras la palabra “de” se nombra el otro elemento utilizando los prefijos multiplicativos que indican el número de átomos.

Ejemplos:

$FeO \rightarrow$ Monóxido de hierro

$Fe_3O_4 \rightarrow$ Tetraóxido de trihierro

- b) Hidruros metálicos: Se utiliza la palabra “hidruro” en primer lugar. La proporción atómica se indica con los prefijos numerales. Todo idéntico al caso anterior.

Ejemplos:

$NiH_3 \rightarrow$ Trihidruro de níquel

$BaH_2 \rightarrow$ Dihidruro de bario

- c) Compuestos no metal - no metal: Utiliza el sufijo “-uro” para el elemento más electronegativo. Seguidamente, tras la palabra “de”, se nombra el elemento menos electronegativo. Por lo demás, todo idéntico al caso anterior.

Ejemplos:

$As_2Se_3 \rightarrow$ Triseleniuro de diarsénico

$CS_2 \rightarrow$ Disulfuro de carbono

Las combinaciones binarias de no metales con hidrógeno son los “hidruros no metálicos” o “hidrácidos”: Se comienza nombrando el elemento distinto de hidrógeno con el sufijo “-uro” seguido “de hidrógeno”.

Ejemplos:

$HF \rightarrow$ Fluoruro de hidrógeno

$HCl \rightarrow$ Cloruro de hidrógeno

- d) Sales binarias: Se nombran de la misma forma que los compuestos no metal - no metal.

Ejemplos:

$FeCl_3 \rightarrow$ Tricloruro de hierro

$Li_2S \rightarrow$ Monosulfuro de dilitio o sulfuro de dilitio

- e) Hidróxidos: Se utiliza la palabra “hidróxido” en primer lugar. La proporción atómica se indica con los prefijos numerales. Seguidamente, tras la palabra “de” se nombra el otro elemento utilizando los prefijos multiplicativos que indican el número de átomos.

Ejemplos:

$Ca(OH)_2 \rightarrow$ Dihidróxido de calcio

$NaOH \rightarrow$ Monohidróxido de sodio o hidróxido de sodio

- f) Ácidos oxácidos: Se indica el número de átomos de oxígeno con el prefijo correspondiente, seguido de la partícula “oxo”, unida al nombre del no metal o elemento central y el sufijo “-ato” y los correspondientes prefijos numerales, a continuación se agrega la palabra “de” y por último se añade el hidrógeno con los prefijos multiplicativos correspondientes.

Ejemplos:

$H_2SO_4 \rightarrow$ Tetraoxosulfato de dihidrógeno

$H_2CO_3 \rightarrow$ Trioxocarbonato de dihidrógeno

- g) Oxosales: Se escribe el nombre del anión sin la carga, si es necesario con los prefijos “bis-”, “tris-”, “tetrakis-”, “pentakis-”, “hexakis-”, etc. que nos indican la repetición del anión poliatómico. Seguido del catión, con los prefijos que nos indican la repetición del catión.

Ejemplos:

$NaNO_2 \rightarrow$ Dioxonitrato de sodio

$Ca(ClO_2)_2 \rightarrow$ Bis[dioxoclorato] de calcio

- h) Sales ácidas: Se comienza con la palabra “hidrógeno”. A continuación y entre paréntesis se nombra el anión (sin indicar la carga) y, tras la palabra “de” se nombra el catión. La proporción de ambos constituyentes se indica mediante los prefijos multiplicativos. Cuando el nombre de un constituyente comienza por un prefijo multiplicativo se usan los prefijos de cantidad alternativos (“bis-”, “tris-”, “tetrakis-”, “pentakis-”, etc.), Además el nombre se coloca entre corchetes al utilizar los prefijos alternativos de cantidad.

Ejemplos:

$CuHSO_4 \rightarrow$ Hidrogeno(tetraoxosulfato) de cobre

$Mg(H_2PO_4)_2 \rightarrow$ Bis[dihidrogeno(tetraoxofosfato)] de magnesio

La **nomenclatura de Stock** se distingue en que escribe al final del nombre de los compuestos, la valencia del elemento con números romanos entre paréntesis, en el caso de que el elemento posea más de una.

- a) Óxidos: Se utiliza la palabra “óxido” en primer lugar y se le añade el nombre del elemento restante colocando entre paréntesis y con números romanos la valencia.

Ejemplos:



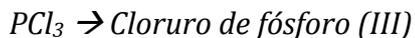
- b) Hidruros metálicos: Se utiliza la palabra “hidruro” en primer lugar y se le añade el nombre del elemento restante colocando entre paréntesis y con números romanos la valencia.

Ejemplos:



- c) Compuestos no metal - no metal: Para nombrar se utiliza el elemento más electronegativo con el sufijo “-uro” y se le añade el nombre del más electropositivo colocando entre paréntesis su valencia.

Ejemplos:



Los hidruros no metálicos o hidrácidos se nombran igual que en la nomenclatura sistemática.

Ejemplos:



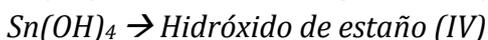
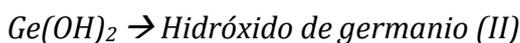
- d) Sales binarias: Se nombran de la misma forma que los compuestos no metal - no metal.

Ejemplos:



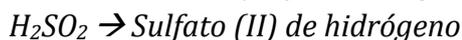
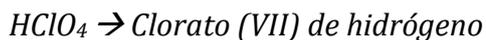
- e) Hidróxidos: Se utiliza la palabra “hidróxido” en primer lugar y se le añade el nombre del elemento restante colocando entre paréntesis y con números romanos su valencia.

Ejemplos:



- f) Ácidos oxácidos: Se nombra al no metal con el sufijo “-ato”, luego el número de valencia del no metal y por último se agrega “de hidrógeno”.

Ejemplos:



Otra forma de nombrarlos con la nomenclatura de Stock comenzaría con la palabra “ácido” y se escriben los subíndices del oxígeno (oxo) y del no metal y se terminan en -ico, poniendo el n^o de oxidación del no metal entre paréntesis y con números romanos.

Ejemplos:



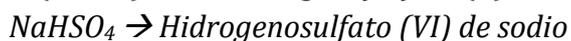
- g) Oxosales: Se utiliza como nombre genérico el nombre del no metal o elemento central con el sufijo “-ato”. Después del nombre general se indica la valencia del no metal con números romanos, y luego como nombre específico se utiliza el nombre del metal.

Ejemplos:



- h) Sales ácidas: Se antepone la palabra “hidrógeno” al nombre de la sal, indicando con prefijos numerales el número de átomos de hidrógeno que quedan sin sustituir.

Ejemplos:



La **nomenclatura tradicional** insiste en los tipos de compuestos y utiliza una serie de prefijos y sufijos propios.

- Si el metal presente en un compuesto (a veces el no metal en compuestos binarios) posee una única valencia, en el nombre del compuesto aparece el de este elemento precedido de la palabra “de”. También se puede utilizar el sufijo “-ico”.
 - Si tiene dos valencias:
 - Mayor: “-ico”
 - Menor: “-oso”
 - Tres valencias:
 - Mayor: “-ico”
 - Intermedia: “-oso”
 - Menor: “Hipo-...-oso”
 - Cuatro valencias:
 - Mayor: “Per-...-ico”
 - Media alta: “-ico”
 - Media baja: “-oso”
 - Menor: “Hipo-...-oso”
- a) Óxidos: Se nombran comenzando por la palabra “óxido” continuando con el nombre del metal añadiendo los prefijos y sufijos anteriores atendiendo a las valencias de este elemento. Si el elemento es un no metal, entonces sustituiremos la palabra “óxido” por la palabra “anhídrido”.

Ejemplos:

$TeO_2 \rightarrow$ Anhídrido teluroso

$CaO \rightarrow$ Óxido cálcico

- b) Hidruros metálicos: Se nombran comenzando por la palabra “hidruro” continuando con el nombre del metal añadiendo los prefijos y sufijos anteriores atendiendo a las valencias de este elemento.

Ejemplos:

$KH \rightarrow$ Hidruro potásico o hidruro de potasio

$FeH_2 \rightarrow$ Hidruro ferroso

- c) Compuestos no metal – no metal: Para nombrar se utiliza el elemento más electronegativo con el sufijo “-uro” y se le añade el nombre del más electropositivo utilizando los prefijos y sufijos indicados anteriormente.

Ejemplos:

$B_2S_3 \rightarrow$ Sulfuro bórico

$CSe_2 \rightarrow$ Seleniuro carbónico

- Para los hidruros no metálicos o hidrácidos, la nomenclatura tradicional los nombra en disolución acuosa, comenzando por la palabra “ácido” seguida del nombre del elemento distinto de hidrógeno añadiéndole el sufijo “-hídrico”.

Ejemplos:

$HBr \rightarrow$ Ácido bromhídrico

$H_2S \rightarrow$ Ácido sulfhídrico

- d) Sales binarias: Se nombran de la misma manera que los compuestos no metal-no metal.

Ejemplos:

$NaCl \rightarrow$ Cloruro sódico o cloruro de sodio

$K_2S \rightarrow$ Sulfuro potásico o sulfuro de potasio

- e) Hidróxidos: Se nombran comenzando por la palabra “hidróxido” continuando con el nombre del metal añadiendo los prefijos y sufijos anteriores atendiendo a las valencias de este elemento.

Ejemplos:

$CuOH \rightarrow$ Hidróxido cuproso

$LiOH \rightarrow$ Hidróxido lítico o hidróxido de litio

- f) Ácidos oxácidos: Hay que conocer todos los estados de oxidación que puede tener el elemento central. Para nombrarlos, se antepone la palabra “ácido” a la raíz del nombre del elemento con los prefijos y sufijos correspondientes.

Ejemplos:

$HClO_2 \rightarrow$ Ácido cloroso

$HBrO_3 \rightarrow$ Ácido brómico

- g) Oxosales: En el caso de las oxosales, si el ácido de origen termina en “-ico” la sal se nombra con “-ato” y si termina en “-oso” la sal se nombra con “-ito”, continuando con el nombre del metal con los prefijos y sufijos correspondientes a esta nomenclatura.

Ejemplos:

$CaSO_4 \rightarrow$ Fosfato sódico o fosfato de sodio

$\text{NaClO}_4 \rightarrow$ Perclorato sódico o perclorato de sodio

$\text{Fe}(\text{ClO}_3)_2 \rightarrow$ Clorato ferroso

- h) Sales ácidas: Se nombran como las sales neutras intercalando la expresión “ácido de” o también con el prefijo “bi-”, y a continuación el metal con los prefijos y sufijos propios de esta nomenclatura según sea su valencia.

Ejemplos:

$\text{NaHCO}_3 \rightarrow$ Bicarbonato sódico o carbonato ácido de sodio

$\text{FeHPO}_4 \rightarrow$ Fosfato ácido ferroso

$\text{Ca}(\text{HS})_2 \rightarrow$ Sulfuro ácido de calcio

Tanto en la nomenclatura de Stock como en la nomenclatura tradicional, a partir del nombre del compuesto podemos obtener el número de oxidación de los átomos que lo forman. En la nomenclatura de Stock lo obtenemos mediante los números romanos que aparecen en su nombre y en la nomenclatura tradicional se deducen a partir de los prefijos y sufijos. La nomenclatura tradicional sigue siendo de amplio uso, lo mismo que la de Stock. La nomenclatura sistemática, recomendada por la IUPAC, es muy apreciada para nombrar los compuestos binarios.

Para resumir lo dicho, ofrecemos una serie de ejemplos en la tabla siguiente.

Compuestos	N. sistemática	N. Stock	N. tradicional
SiO_2	Dióxido de silicio	Óxido de silicio (IV)	Anhídrido silícico
Br_2O_5	Pentóxido de dibromo	Óxido de bromo (V)	Anhídrido brómico
SrO	Óxido de estroncio	Óxido de estroncio	Óxido estróncico
H_2SeO_3	Trioxoseleniato de hidrógeno	Seleniato(IV) de hidrógeno	Ácido selenioso
HClO	Monoxoclorato de hidrógeno	Clorato (I) de hidrógeno	Ácido hipocloroso
HI	Yoduro de hidrógeno	Yoduro de hidrógeno	Ácido yodhídrico
RbOH	Hidróxido de rubidio	Hidróxido de rubidio	Hidróxido de rubidio
$\text{Pb}(\text{OH})_4$	Tetrahidróxido de plomo	Hidróxido de plomo (IV)	Hidróxido plúmbico
$\text{Fe}(\text{OH})_2$	Dihidróxido de hierro	Hidróxido de hierro (II)	Hidróxido ferroso
PCl_5	Pentacloruro de fósforo	Cloruro de fósforo (V)	Cloruro fosfórico
$\text{Hg}(\text{NO}_2)_2$	Bis[dioxonitrato] de mercurio	Nitrito de mercurio (II)	Nitrito mercúrico
NaHCO_3	Hidrogeno(trioxocarbonato) de sodio	Hidrogenotrioxocarbonato (IV) de sodio	Carbonato ácido de sodio

Tabla 3.2. Ejemplos de sistemas de nomenclatura

4. METODOLOGÍA

4.1 MUESTRA: LIBROS DE TEXTO SELECCIONADOS

Vamos a estudiar el tema de nomenclatura y formulación en química inorgánica en una serie de manuales de 3º y 4º de Educación Secundaria Obligatoria pertenecientes a la asignatura *Física y Química*. Los textos han sido seleccionados de entre los más conocidos y utilizados. Son los siguientes:

Libros analizados

Libro 1: Arróspide, M.C., Manuel, M.M. (2008). *Física y Química 4º ESO*. Zaragoza: Edelvives

Libro 2: Balibrea, S., Reyes, M., Vílchez, J.M., Álvarez, A. y Sáez, A. (2008). *Física y Química 4º ESO*. Madrid: Anaya

Libro 3: Bullejos, J., Carmona, A., Hierrezuelo, J., Molina, E., Montero, A., Mozas, T., Ruiz, G., Sampedro, C., del Valle, V. (2008). *Física y Química 4º ESO*. Granada: Elzevir

Libro 4: Fidalgo, J.A., Fernández, M.R., Valdés, J. (2008). *Física y Química 4º ESO*. León: Everest

Libro 5: Fontanet, A., Martínez, M.J. (2007). *Física y Química 3º ESO*. Barcelona: Vicens Vives

Libro 6: García, T. (2007). *Física y Química 3º ESO*. Sevilla: Guadiel

Libro 7: Jiménez, R., Torres, P.M. (2007). *Física y Química 3º ESO*. Madrid: Bruño

Libro 8: Peña, A., Pozas, A., García, J.A., Rodríguez, A., Vasco, A.J. (2007). *Física y Química 3º ESO*. Madrid: McGraw-Hill

Libro 9: Piñar, I. (2010). *Física y Química 3º ESO*. Madrid: Oxford University Press

Libro 10: Puente, J., Remacha, M. y Viguera, J.A. (2010). *Física y Química 3º ESO*. Madrid: Ediciones SM

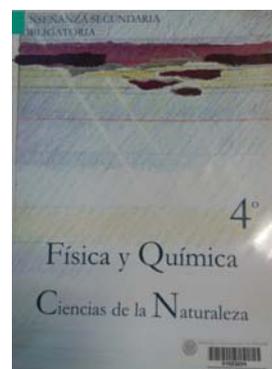
Libro 11: Vidal, M.C., de la Prada, F., de Luis, J.L. (2007). *Física y Química 3º ESO*. Madrid: Santillana



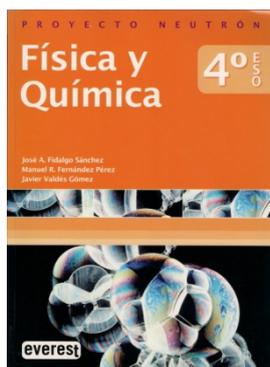
Libro 1



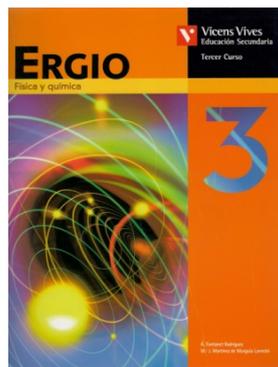
Libro 2



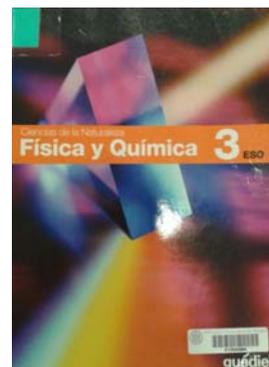
Libro 3



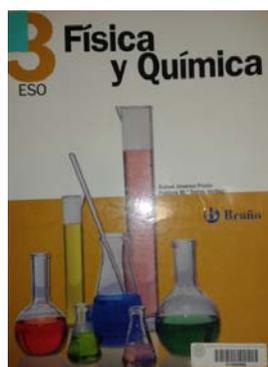
Libro 4



Libro 5



Libro 6



Libro 7



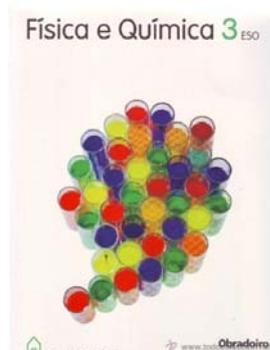
Libro 8



Libro 9



Libro 10



Libro 11

4.2 TÓPICOS A CONSIDERAR EN EL ANÁLISIS

En el capítulo 3, “Fundamentos” se estudiaron los conceptos de base en que se sustenta la formulación y nomenclatura de los compuestos químicos. Vamos a retomar estos tópicos para que nos sirvan de guía en el análisis de esta temática en los libros de texto. La tarea se llevará a cabo estudiando las modalidades de cada tópico que aparece en el desarrollo de la formulación en los manuales respectivos.

Como los tópicos presentan características muy diversas, a fin de ordenarlos se han agrupado en diversos ámbitos: situación en el manual, conceptos básicos que se utilizan, prerrequisitos exigidos para iniciar la formulación, procedimientos a

seguir para formular, campo de compuestos que abarca la formulación propuesta y cuestiones de aplicación y sus tipos.

Mostramos brevemente cada uno, especificando los códigos que vamos a emplear en el protocolo de análisis (ap. 4.3, “claves de la tabla”).

Situación.

Crs: Indicaremos si el libro analizado pertenece al tercer o cuarto curso de ESO, ya que son en ambos cursos donde puede comenzarse a estudiar el tema de la formulación.

Man: Examinaremos en qué parte del libro aparece desarrollada la formulación. Pueden ser las siguientes:

- Ps: La formulación está desarrollada en el texto principal del manual, formando parte de uno de los temas que incluye el libro. Se explica y expone la formulación completa dentro del mismo tema.
- Pf: La formulación se presenta también en el texto principal del manual, pero, a diferencia del caso anterior, ahora se expone dividida en dos o más temas del manual.
- Anx: La formulación se incluye al final del libro en un anexo (o varios), donde podemos encontrar todos los contenidos correspondientes.
- CD: Algunos manuales incluyen un CD-ROM para ampliar conocimientos. La formulación química puede aparecer desarrollada en ellos.

Conceptos básicos.

E/S: Constataremos si se hace una introducción sobre el concepto de elemento y además una presentación sobre sus símbolos correspondientes:

- E: En el manual encontramos una presentación sobre elemento químico.
- S: En el manual encontramos una presentación sobre símbolo químico.

M/nM: Observaremos si en los manuales aparece una diferenciación y clasificación clara entre metales y no metales.

F: Analizaremos si el manual se aporta una definición y explicación sobre el significado de la fórmula química de las sustancias.

F-N: Vamos a anotar qué manuales marcan la distinción entre formulación y nomenclatura y en cuáles esta distinción no se realiza.

Comp: A la hora de enseñar la formulación de cada tipo de compuestos, podemos encontrar una breve definición sobre ellos. Anotaremos si encontramos esta definición en los manuales o no.

Prerrequisitos.

TP: Igualmente, nos fijaremos si el manual insiste en la tabla periódica dentro de la sección de formulación.

CfE: Vamos a observar si existen referencias a la configuración electrónica de los elementos en la sección de formulación.

Enl: Buscaremos si hay referencias en la sección de formulación a los diferentes tipos de enlace que podemos encontrar en los compuestos que se van a tratar.

Procedimiento de formulación.

Cb: Vamos a anotar sobre qué concepto de los siguientes se comienza a montar la formulación:

- v: Se utiliza el concepto de valencia.
- nox: Se utiliza el concepto de número de oxidación.
- "v": Se emplea el término de valencia dándole un significado de electrovalencia o de número de oxidación.

→F: Vamos a observar a partir de qué método se va a obtener la fórmula química:

- IntS: Intercambiando el número de oxidación o la valencia, seguido (si es el caso) de la posterior simplificación.
- FgS: A partir de la fórmula general y (si es el caso) su posterior simplificación.
- 0: Teniendo en cuenta que la sumatoria de los números de oxidación o de las "valencias" de los elementos que forman el compuesto debe ser igual a cero.

Anh→ Tendremos en cuenta si para obtener la fórmula del oxácido, el método que se propone es a partir del anhídrido correspondiente.

Ámbito de formulación.

Clas: Vamos a observar cuál es el criterio de clasificación que emplean los manuales para ordenar los diferentes tipos de compuestos que se van a enseñar:

- An: Si emplean un criterio analítico.

- TC: Si clasifican por tipo de compuestos.

Bin: Anotaremos si en los manuales sólo se explican los compuestos binarios o no.

MH: Indicaremos qué manuales consideran la formulación de hidruros metálicos.

Ntip: Cuáles son los tipos de nomenclatura que propone cada manual:

- T: Se da la nomenclatura tradicional
- St: Se da la nomenclatura de Stock
- S: Se da la nomenclatura sistemática
- TStS: Se dan las tres anteriores.

Cuestiones de aplicación.

Cuest: Evaluaremos de qué tipo son las cuestiones de aplicación que aparecen en los libros de texto analizados:

- N→F: Los ejercicios que encontramos en el manual son ejercicios donde se aporta la nomenclatura y el alumno debe dar la fórmula.
- F→N: Los ejercicios que encontramos en el manual son ejercicios donde se aporta la fórmula química y el alumno debe nombrar el compuesto.
- N↔F: En un mismo ejercicio se debe de formular y nombrar los compuestos.
- F+N: Los ejercicios que propone el manual son de los dos primeros tipos, indistintamente.

4.3 PROTOCOLO DE ANÁLISIS DE LIBROS DE TEXTO

Para poder llevar a cabo el estudio de la metodología seguida por los manuales de Educación Secundaria Obligatoria con respecto al tema que estamos tratando se analizarán una serie de conceptos y procedimientos en los manuales estudiados para, posteriormente, extraer conclusiones sobre su metodología.

Los conceptos y procedimientos que vamos a tener en cuenta se resumen en la siguiente tabla:

Lib	Situación		Conceptos básicos					Prerrequisitos			Proc. Formulación			Ámbito				Cuest.
	Crs	Man	E/S	M/nM	F	F-N	Comp	TP	CfE	Enl	Cb	→F	Anh→	Clas	Bin	MH	Ntip	Cuest.
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		

Tabla 4.1. Resumen del protocolo de análisis de libros de texto

Claves de la tabla

<p>Crs: Curso</p> <p>Man: Manual</p> <p>Ps: en el texto principal todo seguido</p> <p>Pf: id. fraccionado</p> <p>Anx: en anexos</p> <p>CD: en CD-ROM</p> <p>E/S: Elemento/Símbolo</p> <p>M/nM: División entre metal y no metal</p> <p>F: Significado de la fórmula</p> <p>F-N: Diferencia entre formulación y nomenclatura</p> <p>Comp: Definición de tipo de compuestos</p> <p>TP: Tabla periódica</p> <p>CfE: Configuración electrónica</p> <p>Enl: Tipos de enlace</p> <p>Cb: Concepto de base</p> <p>v: valencia</p> <p>nox: n^ooxidación</p> <p>“v”: con significado de electroval./nox</p>	<p>→F: Deducción de la fórmula</p> <p>IntS: intercambio de val./nox+simplif.</p> <p>FgS: form.gen.+simplif.</p> <p>0: $\Sigma \text{nox}/\text{“val”} = 0$</p> <p>Anh→: Se parte del anhídrido (para oxácidos)</p> <p>Clas: Criterio de clasificación</p> <p>An: analítico</p> <p>TC: tipo de compuestos</p> <p>Bin: Sólo compuestos binarios</p> <p>MH: Hidruros metálicos</p> <p>Ntip: Tipos de nomenclatura a enseñar</p> <p>T: tradicional</p> <p>St: Stock</p> <p>S: sistemática</p> <p>TStS: elementos de las tres</p> <p>Cuest: Cuestiones de aplicación</p> <p>N→F: se da N y se pide F</p> <p>F→N: al contrario</p> <p>N↔F: se piden las dos (al mismo t)</p> <p>F+N: existen tanto N→F y F→N</p>
---	--

5. Resultados. Análisis de resultados

5.1 CARACTERÍSTICAS DE LA FORMULACIÓN QUÍMICA EN LOS MANUALES

Para poder obtener resultados sobre el estudio de las propuestas de enseñanza de la formulación química en los manuales de 3º y 4º de E.S.O. ha sido analizada la parte correspondiente a la formulación y nomenclatura inorgánicas en una serie de manuales editados a partir de la implantación del Real Decreto 1631/2006, del 29 de diciembre, el cual corresponde a la última ordenación curricular de la Educación Secundaria Obligatoria.

Editoriales

Libro 1: Edelvives

Libro 2: Anaya

Libro 3: Elzevir

Libro 4: Everest

Libro 5: Vicens Vives

Libro 6: Guadiel

Libro 7: Bruño

Libro 8: McGraw-Hill

Libro 9: Oxford

Libro 10: Ediciones SM

Libro 11: Santillana

La formulación que presentan los manuales anteriores se ha analizado aplicando el protocolo que fue dado en el apartado 4.3. Los resultados obtenidos se recogen esquemáticamente en la Tabla 5.1

Lib	Situación		Conceptos básicos					Prerrequisitos			Proc. Formulación			Ámbito			Cuest.	
	Crs	Man	E/S	M/nM	F	F-N	Comp	TP	CfE	Enl	Cb	→F	Anh→	Clas	Bin	MH	Ntip	Cuest.
1	4º	Anx	S	✓	✓	✓	✓	-	-	-	v	IntS	✓	A	-	✓	TStS	F+N
2	4º	Pf+CD	-	✓	-	✓	✓	✓	-	-	"v"	IntS	✓	TC	-	✓	T+St	F+N
3	4º	Ps	E+S	✓	✓	-	✓	-	-	-	"v"	IntS	-	A	-	-	TStS	F+N
4	4º	Anx	S	-	✓	-	✓	-	-	-	nox	FgS	✓	TC	-	✓	TStS	F+N
5	3º	Ps	E	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	TC	✓	✓	St	F+N
6	3º	Anx	-	✓	-	✓	✓	-	-	-	nox	IntS	-	A	-	✓	TStS	N↔F
7	3º	Anx	E	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	nox	IntS	✓	A	-	✓	TStS	F→N
8	3º	Anx	E+S	✓	✓	-	✓	-	-	-	nox	FgS	✓	A	-	✓	TStS	F+N
9	3º	Anx	E	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	"v"	IntS	✓	A	-	✓	TStS	F+N
10	3º	Anx	E	✓	-	✓	✓	✓	-	-	nox	IntS	✓	A	-	✓	TStS	N↔F
11	3º	Anx	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	v	IntS	-	A	-	✓	TStS	F+N

Tabla 5.1. Resultados del análisis de diversos libros de texto (3º-4º ESO)

Claves de la tabla

<p>Crs: Curso Man: Manual Ps: en el texto principal todo seguido Pf: id. fraccionado Anx: en anexos CD: en CD-ROM E/S: Elemento/Símbolo M/nM: División entre metal y no metal F: Significado de la fórmula F-N: Diferencia entre formulación y nomenclatura Comp: Definición de tipo de compuestos TP: Tabla periódica CfE: Configuración electrónica Enl: Tipos de enlace Cb: Concepto de base v: valencia nox: nºoxidación “v”: con significado de electroval./nox</p>	<p>→F: Deducción de la fórmula IntS: intercambio de val./nox+simplif. FgS: form.gen.+simplif. 0: $\Sigma \text{nox}/\text{“val”} = 0$ Anh→: Se parte del anhídrido (para oxácidos) Clas: Criterio de clasificación An: analítico TC: tipo de compuestos Bin: Sólo compuestos binarios MH: Hidruros metálicos Ntip: Tipos de nomenclatura a enseñar T: tradicional St: Stock S: sistemática TStS: elementos de las tres Cuest: Cuestiones de aplicación N→F: se da N y se pide F F→N: al contrario N↔F: se piden las dos (al mismo t) F+N: existen tanto N→F y F→N</p>
---	--

5.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

A partir del estudio realizado sobre formulación química en los manuales de ESO, hemos obtenido los resultados que se recogen en la Tabla 5.1. Vamos a analizar los resultados obtenidos en cada uno de los tópicos considerados.

Presentación de la formulación.

Como vimos anteriormente el Real Decreto de Enseñanzas Mínimas incluye la formulación en el **curso** 4º de ESO, señalando, además, que va a limitarse a los compuestos inorgánicos binarios. Sin embargo en la mayor parte de los manuales aparece en el curso 3º (Tabla 5.1, col. “Crs”). En cuanto a contenidos presentan prácticamente el mismo independientemente de que el curso sea 3º o 4º. Se constata, además, que hacen caso omiso a tratar sólo los compuestos binarios y ofrecen un panorama completo de la formulación.

En cuanto a la **situación** en el manual, la formulación aparece desarrollada como anexo en la mayor parte de los casos (col. “Man”), (Anexo III y Anexo IV). Esto es casi general cuando se incluye en 3º de ESO. Pero en los manuales de 4º

examinados aparece tanto en anexo, como en el texto principal, ya sea seguido o fragmentado, e incluso podemos encontrar más información en CD-ROM.

Conceptos básicos.

Puesto que la formulación está montada sobre el concepto de **elemento** químico y su representación abreviada que es el **símbolo** es conveniente que los manuales definan y aclaren previamente el significado de estos dos términos. A este respecto encontramos que la mayoría de los manuales hacen referencia a los elementos y muy pocos añaden una pequeña introducción sobre los símbolos (col. "E/S").

Saber que hay dos tipos de elementos, **metales** y **no metales** supone tener una clasificación inicial de los elementos. Esto es muy necesario para iniciarse a la formulación, pues de esta manera se facilita el acceso a la formulación a los alumnos que pueden distinguir más fácilmente qué tipo de compuestos formarán los elementos. En la mayoría de los manuales analizados se hace esta distinción (col. "M/nM").

El **significado de la fórmula** es esencial para que el alumnado entienda de qué estamos hablando y cuál es el motivo de la formulación. Si el alumnado no entiende qué nos quiere decir la fórmula química de un compuesto entonces este tema será aprendido de manera mecánica y memorística, aplicando las normas y sin comprender la composición cualitativa y cuantitativa de las sustancias. Los manuales se hacen eco de este hecho, por ello la mayoría explica el significado de la fórmula química (col. "F"), (Anexo III).

En la mayor parte de los manuales analizados se marca la diferencia entre **formulación** y **nomenclatura** (col. "F-N"), (Anexo I). Se hace hincapié en que una cosa es la representación simbólica de una sustancia y otra el nombre de la misma.

A la hora de clasificar y formular los diferentes compuestos se aporta en todos y cada uno de los manuales la definición de cada **tipo compuesto**, describiendo su composición general y el tipo de elementos que lo forman (col. "Comp").

Prerrequisitos.

Una buena parte de los manuales considera la **tabla periódica** como un prerrequisito indispensable para aprender a formular. Lo que se ve habitualmente no es exigir un conocimiento completo de ella, pero sí de los grupos principales (Anexo III y Anexo IV). Otros manuales, aún incluyéndola como contenido, no le atribuyen el papel de prerrequisito (col. "TP").

La **configuración electrónica** de los átomos nos muestra la distribución de sus electrones en los distintos niveles, y cuyo interés para el químico reside especialmente en los más externos. Sólo un manual considera estos conocimientos indispensables para iniciar la formulación (col. "CfE"), (Anexo IV).

En cuanto al papel del **tipo de enlace** de las distintas sustancias (col. "Enl") como prerrequisito para la formulación, no aparece en ningún manual, si bien es cierto que el tema figura entre los contenidos especificados por el Real Decreto para el cuarto curso.

Procedimiento de formulación.

Conceptos de base son los términos de **valencia** y **número de oxidación**. Unos manuales emplean el concepto de valencia para la enseñanza de la formulación, otros el número de oxidación (Anexo I), e incluso algunos emplean un concepto intermedio entre ambos términos (col. "Cb"). La mayoría de nuestros manuales utilizan el número de oxidación como concepto base.

Aparecen también varios métodos para conseguir la **fórmula química** de un compuesto (col. "→F"). El primero y más extendido es a partir del intercambio de valencias o de números de oxidación entre los elementos que constituyen el compuesto, seguido de una posterior simplificación de subíndices, si fuese posible (Anexo I y Anexo II). El segundo consiste en formular partiendo de la fórmula general de cada compuesto. Por último, un tercer método utilizado consiste en tantear con los subíndices para intentar que la suma algebraica, teniendo en cuenta los números de oxidación, sea igual a cero (no vale, claro está, para los iones).

En el caso particular de los **oxácidos**, el método más utilizado para alcanzar su fórmula es partir del anhídrido correspondiente y sumar las oportunas moléculas de agua (col. "Anh→"), sin excluir, a veces, el dividir por 2 (Anexo III).

Ámbito de la formulación.

El **criterio de clasificación** de los compuestos que se abarcan (col. "Clas") puede ser de dos tipos: una clasificación de tipo analítica (compuestos binarios, ternarios...), (Anexo I, Anexo III y Anexo IV) y otra en función del tipo de compuestos (óxidos, ácidos...). Hemos observado que la más habitual es la clasificación mediante el criterio analítico.

Hemos analizado igualmente si en los manuales se abarca la totalidad de tipos de compuestos, o por el contrario sólo se consideran los **compuestos binarios** (col. "Bin"), como propone el RD., que son desde luego los más simples para comenzar el aprendizaje de la formulación. Hemos concluido que esto no es lo que suele pasar y la mayoría de los manuales abarcan más tipos de compuestos, no sólo los binarios independientemente de que pertenezcan al tercer o cuarto curso.

Los **hidruros metálicos** son compuestos que aparecen en casi todos los manuales (Anexo I, Anexo III y Anexo IV). Hemos seguido su presencia (col. "MH") para corroborar que es la clasificación la que conduce a presentar este tipo de compuestos, que no son muy usuales en el trabajo científico.

Los **tipos de nomenclatura** que se exponen en los manuales también han sido analizados (col. "NTip"). Se proponen los tres tipos de nomenclatura aunque algunas estén en desuso. Excepto en dos de los once manuales estudiados, se ilustran y se explican los tres tipos de nomenclatura (sistemática, de Stock y tradicional), (Anexo I, Anexo III y Anexo IV).

Cuestiones de aplicación.

Las **cuestiones de aplicación** (col. "Cuest.") son un tópico realmente importante a considerar. En la mayoría de los manuales aparecen dos tipos de ejercicios que consisten, o bien en que a partir de la fórmula química el alumno proponga el nombre de la sustancia, o bien que a partir de la nomenclatura escriba la fórmula (Anexo IV).

5.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Pasamos ahora a discutir e interpretar los resultados obtenidos (ap. 5.1) y analizados anteriormente (ap. 5.2) siguiendo uno por uno los tópicos considerados en el análisis.

Presentación de la formulación.

La aparición mayoritaria de la formulación en 3º se comprende porque los autores y quizás la mayor parte de los profesores ven conveniente empezar a utilizarla en 3º, donde hay temas (Bloque 4) dedicado a las reacciones químicas. Por otra parte, puede que la intención del Ministerio al limitar la formulación a compuestos binarios fuera evitar exposiciones sobrecargadas, lo cual es positivo. Pero no ha acertado con esta medida (no deberían estudiarse entonces H_2SO_4 , CaCO_3 , etc.). Es, pues, gratificante que los manuales hayan ignorado algo tan poco procedente.

En cuanto a la situación de la formulación como anexo, la diferencia entre los manuales de 3º y de 4º puede deberse a que en 3º no aparece la formulación en el RD y por ello se adopta incluirlo como anexo.

Conceptos básicos

Es imprescindible para formular tener una conciencia clara de lo que es un elemento y conocer el símbolo de los que van a emplearse. El hecho de que en la mayoría de los manuales no se desarrolla este último puede deberse a que se puede considerar prescindible hacer una introducción al símbolo químico, pasando directamente a su uso en la formulación.

Es positivo también marcar la diferencia entre metales y no metales, porque puede ayudar bastante a comprender la formación de compuestos y las reglas de formulación.

Por otra parte, saber el significado que encierra una fórmula química es la llave para iniciarse con buen pie en el aprendizaje de formulación. En consecuencia no es admisible que más de la tercera parte de los manuales silencien esta cuestión.

Tampoco es recomendable encontrar la misma situación respecto a diferenciar los términos nomenclatura y formulación, sabiendo que muchos alumnos los hacen sinónimos.

En cambio mejor comportamiento manifiestan los manuales exponiendo claramente los tipos de compuestos más esenciales, por su utilidad a la hora de formular los casos concretos.

Prerrequisitos

Una idea muy arraigada entre una considerable parte del profesorado es la importancia de la tabla periódica para la formulación. Las razones esgrimidas es que puede ayudar a asimilar y aprender las valencias o los números de oxidación de los elementos, marca la diferencia entre metales y no metales y resalta las semejanzas entre grupos de elementos. Esto es cierto, pero debemos también preguntarnos como profesores si el esfuerzo que supone asimilar una serie de conceptos de alto nivel de abstracción merece la pena. Sin contar los efectos emocionales y vocacionales adversos que puede provocar en alumnos que comienzan a dar sus primeros pasos en ciencias.

Lo mismo podría decirse respecto a las configuraciones electrónicas. Entenderlas y saber desarrollarlas puede ser más efectivo en cursos superiores, una vez que la formulación esté asimilada. Quizás por este motivo los manuales estudiados no han insistido en ello.

En cuanto al enlace, es interesante conocer el tipo de enlace que forman los compuestos, ya que éste marca las propiedades, pero estas diferencias no ayudan de modo apreciable la iniciación al aprendizaje de la formulación. En los manuales estudiados no aparecen conexiones del enlace con la formulación.

Por todas estas razones, podemos encontrar profesores que rechazan la idea de la tabla periódica como prerrequisito de la formulación y abogan por una enseñanza mínima de esta, al margen de la tabla periódica, las configuraciones electrónicas y el enlace químico.

Procedimiento de formulación.

En la mayoría de los manuales hemos encontrado que la formulación es tratada a través del concepto de número de oxidación. Esto puede ser debido a que muchos

autores creen que el uso del número de oxidación puede ser el más exacto e implicar menos errores, pese a su elevado nivel teórico.

El método más común para deducir la fórmula de un compuesto es a partir del intercambio de sus valencias o números de oxidación, seguido por la operación de simplificación. En compuestos no binarios el intercambio se entiende entre iones o grupos. El método es aparentemente sencillo, pero su fundamento químico no aparece en ningún manual. Se han encontrado algún texto que para llegar a la fórmula de un compuesto parte de la fórmula general del tipo al que pertenece. Este método es más dificultoso ya que el alumno debe aprenderse memorísticamente las fórmulas generales, mientras que en el método anterior sólo debe aprender los números de oxidación o las valencias, empleando un método aritmético que los conduce a la fórmula. No hemos encontrado ningún manual que emplee la tercera forma antes descrita para deducir la fórmula, método más engorroso, ya que el alumno debe ir comprobando mediante cálculos matemáticos si cada fórmula es correcta, con lo cual es más fácil cometer errores.

Alcanzar la fórmula de los oxoácidos partiendo de su anhídrido es el método más empleado en los manuales. Al parecer es un método sencillo, pero esconde complicaciones (¿cuántas moléculas de agua añadir?) y no se libra, muchas veces de la etapa de simplificación.

Ámbito de la formulación.

El criterio analítico es el criterio de clasificación más usual empleado en los manuales y es la guía para marcar el ámbito de la formulación. Es posible que este criterio predomine porque la formulación de compuestos no binarios entraña algo más de dificultad (discutible: pensemos en el caso de los hidróxidos). Así que en primer lugar se enseña a formular los compuestos más simples, que son los compuestos binarios, para después llegar a los más complejos.

En la gran mayoría de los manuales analizados también se describe una variedad amplia de compuestos, no sólo los compuestos binarios, como se podría pensar por empezar con menor dificultad o tal y como se describe en el RD. Los manuales consideran que debe abarcarse el ámbito completo de la formulación.

La enseñanza de los hidruros metálicos está presente en prácticamente todos los manuales consultados. La presencia de estos compuestos corrobora que es la clasificación la que impone estudiarlos. Aunque son compuestos poco frecuentes en el trabajo científico, según los manuales, los alumnos deben conocerlos y saber formularlos, por aquello de que alguna vez puedan encontrarse con alguna referencia a los mismos.

No todos los sistemas de nomenclatura se recomiendan hoy en día, pero en la práctica habitual de laboratorio se sigue empleando la nomenclatura tradicional. Los tres sistemas comentados son enseñados en los manuales, quizás convencidos,

lo mismo que parte del profesorado, que es lo mejor para que los alumnos no tengan dificultades a la hora de encontrarse con cualquiera de ellos.

Cuestiones de aplicación.

Lo habitual es encontrar ejercicios en los que se da el nombre y se pide la fórmula o viceversa. Este tipo de ejercicios son recomendables por su sencillez para empezar. Pero la oferta de cuestiones no debe limitarse a ellos. Lo ideal es, como aparece en pocos manuales, encontrar al menos algún ejercicio en el que se pida tanto la fórmula como la nomenclatura de las sustancias (Anexo I).

6. CONCLUSIONES

Las principales tareas que hemos emprendido en el transcurso de nuestro trabajo de investigación ya se fijaron en el inicio del mismo, guiado por los objetivos (ap. 2.2). En el capítulo 2 nos planteamos una serie de interrogantes (ap. 2.1) a los que la investigación debería responder. Esto ha sido debidamente cumplido. Ya estamos en disposición de suministrar una respuesta bien fundamentada a aquellas cuestiones planteadas.

Ahora, como cierre de nuestra investigación, vamos a exponer las conclusiones generales que se infieren del trabajo realizado. Todas están vinculadas con los objetivos inicialmente propuestos. Adelantándonos a la exposición de las conclusiones, mostramos en la Tabla 6.1 la relación entre éstas y los objetivos del trabajo. Recordando estos objetivos (ap. 2.2) y considerando las conclusiones que siguen, no es difícil de comprender las conexiones establecidas en la tabla y, por ello, no merecen más comentario.

Objetivos	1	2	3	4	5	6
Conclusiones	1	3	2	4/6	5	7

Tabla 6.1. Adscripción de las conclusiones a los objetivos de la investigación

Las conclusiones principales del trabajo de investigación llevado a cabo son:

1. Se han señalado los elementos conceptuales y procedimentales que intervienen normalmente en la enseñanza de la formulación a nivel inicial.
2. En base a lo anterior se ha puesto a punto un protocolo de análisis de libros de texto que se ha aplicado a una muestra de manuales de 3º y 4º.
3. La mayor parte de los manuales estudiados presentan la formulación en 3º y suelen exponerla en un anexo. Ignoran lo establecido en el Decreto de Mínimos de la ESO, que incluye la formulación en 4º y limitada, además, a compuestos binarios.
4. Raro es el manual que no explica el significado de elemento químico, la distinción metales/ no metales, el significado de la fórmula, la diferencia entre formulación y nomenclatura, y la descripción de cada tipo de compuesto.
5. En cuanto a procedimientos de formulación, suelen basarse en los conceptos de valencia o número de oxidación. El método más extendido para conseguir la fórmula de un compuesto es el de intercambio de valencias o de nox, seguido de

una posterior simplificación de subíndices, si es posible. En el caso particular de los oxácidos es muy utilizado el método de partir del anhídrido y sumar las oportunas moléculas de agua.

6. Los manuales, con alguna excepción, presentan y aplican los tres tipos de nomenclatura, sistemática, de Stock y tradicional. Las cuestiones de aplicación que suelen proponerse son las de partir del nombre y averiguar la fórmula, o viceversa.

7. Más de la tercera parte de los manuales silencian en su planteamiento inicial el significado de una fórmula. La mitad considera la tabla periódica como prerequisite indispensable para aprender a formular. Casi todos proponen como procedimiento de formulación la aplicación mecánica de las reglas del intercambio y de la divisibilidad.

Perspectivas futuras

El trabajo expuesto podría desarrollarse posteriormente investigando con más detenimiento los elementos que han aparecido como más inadecuados y elaborando una propuesta didáctica alternativa de la enseñanza de la formulación.

BIBLIOGRAFÍA

Ben-Zvi, R., Eylon, B. y Silberstein, J. (1988). Theories, principles and laws. *Education in Chemistry*, 5, 89-92.

Chamizo, J.A., Nieto, E. y Sosa P. (2004). La enseñanza de la química. Tercera parte. Evaluación de los conocimientos de química desde secundaria hasta licenciatura. *Educación química*, 15(2), 60-65.

De Jong O. (1996). La investigación activa como herramienta para mejorar la enseñanza de la química: nuevos enfoques. *Investigación y experiencias didácticas*, 14(3), 279-288.

Driver, R. (1985). Beyond Appearances: The Conservation of Matter under Physical and Chemical Transformations. En R. Driver, E. Guesne y A. Tiberghien (Eds.) *Children's Ideas in Science*, pp. 145-169. Milton Keynes: Open University Press.

Fernández-González, M. (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo. Algunas reflexiones didácticas. *Eureka, revista sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), 185-199.

Gabel, D. (1998). The complexity of chemistry and implications for teaching. En B.J. Fraser y K.G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education*, pp. 233-248. Boston: Kluwer.

García, J.A. y Teijón, J.M. (1993). *Formulación y nomenclatura de química inorgánica. Normas IUPAC*. Madrid: Tébar Flores.

Griffiths, A.K. y Preston, K.R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(6), 611-628.

Hernández, J. y Palacín, L. (1993). La formulación en el nuevo currículum de la química. *Comunicación, lenguaje y educación*, 19-20, 101-107.

Hierrezuelo, J. y Montero, A. (1991). *La ciencia de los alumnos*. Vélez-Málaga: Elzevir

Josa, S. (1995). *Guía básica de formulación y nomenclatura. Química inorgánica y orgánica para estudiantes de Secundaria*. Barcelona: Edunsa.

Jiménez-Aleixandre, M.P. (2000). Modelos didácticos. En F.J. Perales y P. Cañal (Dirs.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 165-186. Alcoy: Marfil.

Johnstone, A.H. (1993). The development of chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701-705.

Latorre, M. (1999). *Formulación y nomenclatura en química inorgánica. Normas de la IUPAC*. Zaragoza: Edelvives.

Montiano, M.J. (2010). Didáctica de la química a través de los juegos. *Temas para la educación*, 11(66), 1-10.

Muñoz, J.M. (2010). Juegos Educativos. FyQ formulación. *Eureka, revista sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(2), 559-565.

Ministerio de Educación y Ciencia (2006) Real Decreto 1631/2006 de Enseñanzas Mínimas de la ESO. *BOE de 5-1-07*, 677-773.

Nakhleh, M.B. (1992). Why Some Students Don't Learn Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196.

Parchmann, I. (2011). La enseñanza de la química y el año internacional de la química. Oportunidades para mejorar la comprensión y el interés de los estudiantes. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 69, 8-20.

Peterson, W. R. (1987). *Formulación y nomenclatura en química inorgánica según la normativa de la IUPAC*. Barcelona: Edunsa.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. y Hemmo, V. (2008). Enseñanza de las ciencias ahora: Una nueva pedagogía para el futuro de Europa. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 55, 104-117.

Rodrigo, M.J. y Cubero, R. (2000). Constructivismo y enseñanza de las ciencias. En F.J. Perales y P. Cañal (Dir.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 85-107. Alcoy: Marfil.

Solbes, J., Montserrat, R. y 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.

Taskin, V. & Bernholt, S. (2012). Students' Understanding of Chemical Formulae: A review of empirical research. *International Journal of Science Education*, Consultado en <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2012.744492>

Manuales analizados:

Arróspide, M.C. y Manuel, M.M. (2008). *Física y Química 4º ESO*. Zaragoza: Edelvives

Balibrea, S., Reyes, M., Vílchez, J.M., Álvarez, A. y Sáez, A. (2008). *Física y Química 4º ESO*. Madrid: Anaya

Bullejos, J., Carmona, A., Hierrezuelo, J., Molina, E., Montero, A., Mozas, T., Ruiz, G., Sampedro, C. y del Valle, V. (2008). *Física y Química 4º ESO*. Granada: Elzevir

Fidalgo, J.A., Fernández, M.R. y Valdés, J. (2008). *Física y Química 4º ESO*. León: Everest

Fontanet, A., Martínez, M.J. (2007). *Física y Química 3º ESO*. Barcelona: Vicens Vives

García, T. (2007). *Física y Química 3º ESO*. Sevilla: Guadiel

Jiménez, R. y Torres, P.M. (2007). *Física y Química 3º ESO*. Madrid: Bruño

Peña, A., Pozas, A., García, J.A., Rodríguez, A. y Vasco, A.J. (2007). *Física y Química 3º ESO*. Madrid: McGraw-Hill

Piñar, I. (2010). *Física y Química 3º ESO*. Madrid: Oxford University Press

Puente, J., Remacha, M. y Viguera, J.A. (2010). *Física y Química 3º ESO*. Madrid: Ediciones SM

Vidal, M.C., de la Prada, F. y de Luis, J.L. (2007). *Física y Química 3º ESO*. Madrid: Santillana

ANEXOS

MUESTRA REPRESENTATIVA DE LOS LIBROS DE TEXTO

ANEXO I: García, T. (2007). *Física y Química 3º ESO*. Sevilla: Guadiel

Formulación y nomenclatura de compuestos inorgánicos

Para formular un compuesto es útil suponer que está constituido por iones, aunque sabemos que no siempre es así. La carga imaginaria, positiva o negativa, que se asigna a cada elemento en un compuesto recibe el **nombre de número de oxidación**.

Siempre se debe cumplir que **la suma de los números de oxidación de todos los átomos de los elementos que intervienen en un compuesto debe ser cero**.

El mismo elemento puede presentar diferentes números de oxidación según el compuesto del que forme parte. Veamos los números de oxidación más frecuentes que presentan algunos elementos significativos.

Elemento	H	Li, Na, K, Rb, Cs	Be, Mg, Ca, Sr, Ba	Fe, Co, Ni	Cu	Ag	Au	Zn, Cd	Hg
N.º de oxidación	-1, +1	+1	+2	+2, +3	+1, +2	+1	+1, +3	+2	+1, +2

Elemento	B	Al	C, Si	Sn, Pb	N	P, As, Sb	O	S, Se, Te	F	Cl, Br, I
N.º de oxidación	-3, +3	+3	+4, -4	+2, +4	-3, +1, +2, +3, +4, +5	-3, +3, +5	-2	-2, +2, +4, +6	-1	-1, +1, +3, +5, +7

Se puede determinar la fórmula de un compuesto, conocidos los números de oxidación. Y viceversa: si conocemos la fórmula de un compuesto, podemos determinar los números de oxidación.

Veamos unos ejemplos.

En el trióxido de azufre, este elemento actúa con número de oxidación +6. Determina su fórmula.

— El oxígeno actúa siempre con número de oxidación -2. Por tanto, para compensar el del azufre (en este caso +6) serán necesarios 3 átomos de oxígeno.



— Un recurso útil para determinar el número de átomos necesarios consiste en escribir sobre los símbolos de los elementos sus números de oxidación y, a continuación, intercambiarlos y colocarlos como subíndices, sin signo. Si procede, pueden simplificarse ambos valores. En este caso sería:



Determina los números de oxidación de los elementos que aparecen en el sulfato de calcio, CaSO_4 .

— El Ca y el O actúan siempre con números de oxidación fijos: +2 y -2, respectivamente. Tendremos, pues:



— Llamamos x al número de oxidación del S. Según la regla básica, la suma total de los números de oxidación ha de ser 0. Por tanto:

$$+2 + x + 3 \cdot (-2) = 0 \rightarrow x = +4$$

— En el sulfato de calcio, el Ca actúa con número de oxidación +2, el S con +4 y el O con -2:



No se debe confundir el número de oxidación con la carga iónica.

- La **carga iónica** es la carga positiva o negativa que adquieren un átomo o grupo de átomos cuando pierden o ganan electrones. Se representa por $n+$ o $n-$ en la parte superior derecha del ion.
- El **número de oxidación** es una carga teórica, que representa la capacidad de combinación del elemento en un compuesto determinado. Se escribe sobre el símbolo del elemento de la forma $+n$ o $-n$, durante el proceso de formulación y nomenclatura del compuesto pero no en la fórmula definitiva.

Dada la gran variedad y complejidad de compuestos inorgánicos existentes, nos vamos a limitar a analizar la **formulación** y la **nomenclatura** de los siguientes:





Como norma general, cuanto más a la izquierda está el elemento en el Sistema Periódico, mayor es su carácter metálico. Si dos elementos están en un mismo grupo, tiene mayor carácter metálico el que se encuentra más abajo.

El orden en que se considera que disminuye el carácter metálico en los elementos no metálicos es el siguiente:



Veamos algunas reglas generales para formular y nombrar compuestos binarios.

Formulación. Se escribe a la izquierda de la fórmula el símbolo del elemento con mayor carácter metálico.

El número de oxidación de un elemento se pone como subíndice del otro, y se simplifica si es posible. Tendremos así que la suma de los números de oxidación será 0.



Nomenclatura. En primer lugar se escribe el nombre del elemento con menor carácter metálico con la terminación **-uro**, o, si se trata del oxígeno, con la palabra **óxido**.

A continuación se escribe el nombre del elemento con mayor carácter metálico. Si sólo tiene un número de oxidación, no se modifica el nombre y se antepone la palabra **de**.

El subíndice que debe llevar cada elemento se deduce de distinta forma según la nomenclatura utilizada, **sistemática**, **de Stock** y **nombre clásico**.

	Nomenclatura sistemática	Nomenclatura de Stock	Nombre clásico
	Se anteponen prefijos a los nombres de los componentes que hacen referencia a los subíndices (mono- , di- , tri- , tetra- , penta- ...).	Cuando el elemento con mayor carácter metálico tiene más de un número de oxidación positivo, se indica aquél con el que actúa mediante números romanos entre paréntesis.	La terminación -oso se utiliza con el número de oxidación más bajo, mientras que -ico indica el más alto.
SnO	Monóxido de estaño	Óxido de estaño (II)	Óxido estannoso
HgCl ₂	Dicloruro de mercurio	Cloruro de mercurio (II)	Cloruro mercuríco

Óxidos

Las combinaciones del oxígeno con cualquier otro elemento, excepto el flúor, se denominan **óxidos**.

Para **formular** los óxidos se escribe el oxígeno a la derecha en la fórmula. Éste actúa con número de oxidación -2. El otro elemento se sitúa a la izquierda y actúa con número de oxidación positivo.

Para **nombrar** los óxidos se pueden utilizar las distintas nomenclaturas. Veamos unos ejemplos.

	Nomenclatura sistemática	Nomenclatura de Stock	Nombre clásico
FeO	Monóxido de hierro	Óxido de hierro (II)	Óxido ferroso
Fe ₂ O ₃	Trióxido de dihierro	Óxido de hierro (III)	Óxido férrico
Al ₂ O ₃	Trióxido de dialuminio	Óxido de aluminio	Óxido aluminico
SO ₃	Trióxido de azufre	Óxido de azufre (VI)	Óxido sulfúrico
P ₂ O ₅	Pentóxido de difósforo	Óxido de fósforo (V)	Óxido fosfórico

Actividades



- Utiliza la nomenclatura sistemática para formular y nombrar el óxido que se obtiene al unirse el oxígeno con el elemento siguiente: a) cinc; b) plomo, con n.º oxid. +2; c) azufre con n.º oxid. +4; d) potasio; e) plata; f) oro con n.º oxid. +3.
- Formula los siguientes óxidos: a) óxido de cloro (I); b) trióxido de difósforo; c) dióxido de carbono; d) óxido de níquel (III); e) dióxido de azufre.
- Utiliza la nomenclatura de Stock para nombrar los compuestos siguientes: a) NiO; b) Li₂O; c) B₂O₃; d) PbO₂; e) CuO; f) HgO; g) Au₂O.

Combinaciones binarias del hidrógeno

Clasificamos las combinaciones binarias del hidrógeno en *hidrácidos*, *hidruros de otros no metales* e *hidruros metálicos*.

Hidrácidos

Son las combinaciones binarias del H con F, Cl, Br, I, S, Se y Te.

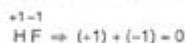
Para **formular** estos compuestos el H se coloca a la izquierda del no metal. El H actúa con número de oxidación +1; F, Cl, Br y I actúan con número de oxidación -1, y S, Se y Te con -2.

Estas sustancias se denominan **hidrácidos** porque al disolverse en agua dan origen a ácidos. En este caso se **nombran** añadiendo la terminación **-hidrico** al nombre del halógeno o del calcógeno.

	Nomenclatura sistemática	En disolución acuosa
HF	Fluoruro de hidrógeno	Ácido fluorhídrico
HCl	Cloruro de hidrógeno	Ácido clorhídrico
HBr	Bromuro de hidrógeno	Ácido bromhídrico
HI	Yoduro de hidrógeno	Ácido yodhídrico
H ₂ S	Sulfuro de dihidrógeno	Ácido sulfhídrico
H ₂ Se	Seleniuro de dihidrógeno	Ácido selenhídrico
H ₂ Te	Telururo de dihidrógeno	Ácido telurhídrico

Escribe la fórmula y nombra el compuesto formado por el hidrógeno y el flúor.

— El hidrógeno actúa con número de oxidación +1 y el flúor con -1.



— Se nombra: fluoruro de hidrógeno.

— En disolución acuosa, HF(aq), se nombra ácido fluorhídrico.

	Nomenclatura sistemática	Nombre común
NH ₃	Trihidruro de nitrógeno	Amoniaco
PH ₃	Trihidruro de fósforo	Fosfina
AsH ₃	Trihidruro de arsénico	Arsina
SbH ₃	Trihidruro de antimonio	Estibina
CH ₄	Metano	Metano
SiH ₄	Tetrahidruro de silicio	Silano

Hidruros no metálicos

El hidrógeno, con otros no metales, forma **hidruros**, que se conocen por sus nombres comunes. Consideraremos que el hidrógeno actúa con número de oxidación -1.

Para **formular** estos compuestos se escribe el hidrógeno a la derecha, mientras que el elemento no metálico se coloca en primer lugar.

Observa la tabla de la izquierda. Podríamos considerar que el número de oxidación de N, P, As y Sb es +3 y el del C y Si, +4.

	Nomenclatura sistemática	Nomenclatura de Stock
NaH	Hidruro de sodio	Hidruro de sodio
CaH ₂	Dihidruro de calcio	Hidruro de calcio
PbH ₄	Tetrahidruro de plomo	Hidruro de plomo

Hidruros metálicos

El hidrógeno actúa con los metales con número de oxidación -1 y forma **hidruros metálicos**.

Para **formular** los hidruros metálicos, el H se escribe a la derecha en la fórmula. En la mayoría de los casos el metal actúa con un único número de oxidación, por lo que no es necesario indicar éste.

Actividades

• Formula los siguientes compuestos: a) hidruro de estaño; b) dihidruro de calcio; c) ácido telurhídrico; d) hidruro de potasio; e) trihidruro de aluminio; f) bromuro de hidrógeno.

• Nombra los siguientes compuestos: a) HBr; b) SnH₄; c) RbH; d) KH; e) BaH₂; f) BH₃.



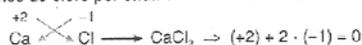
Combinaciones metal-no metal

Veamos las combinaciones de un metal con un no metal que no sea el hidrógeno ni el oxígeno. Son las llamadas *sales binarias*. Es el caso, por ejemplo, del cloruro de sodio, NaCl.

Para formular estos compuestos el metal, que actúa con número de oxidación positivo, se coloca en la fórmula delante y el no metal, a continuación, puesto que actúa con número de oxidación negativo.

Escribe la fórmula del compuesto formado por el cloro y el calcio.

— El cloro actúa con número de oxidación -1 y el calcio con $+2$. Por lo tanto, son necesarios 2 átomos de cloro por cada uno de calcio. La fórmula es:



Para nombrar estos compuestos se añade el sufijo **-uro** al nombre del no metal que interviene.

En el cuadro siguiente se muestran algunos ejemplos de sales binarias.

	Nomenclatura sistemática	Nomenclatura de Stock	Nombre clásico
NaCl	Monocloruro de sodio	Cloruro de sodio	Cloruro de sodio
HgBr	Monobromuro de mercurio	Bromuro de mercurio (I)	Bromuro mercurioso
CuI ₂	Diioduro de cobre	Yoduro de cobre (II)	Yoduro cúprico
FeCl ₃	Tricloruro de hierro	Cloruro de hierro (III)	Cloruro férrico
NiSe	Monoseleniuro de níquel	Seleniuro de níquel (II)	Seleniuro níqueloso
Ni ₂ S ₃	Trisulfuro de diníquel	Sulfuro de níquel (III)	Sulfuro níquelico
SnF ₄	Tetrafluoruro de estaño	Fluoruro de estaño (IV)	Fluoruro estánnico
Hg ₃ As ₂	Diarseniuro de trimercurio	Arseniuro de mercurio (II)	Arseniuro mercuríco

Nombra la siguiente sal: Cu₂S. Utiliza las nomenclaturas de Stock y sistemática.

- El no metal es el S. Por tanto, será un sulfuro.
- El Cu actúa con número de oxidación $+1$, el menor de los dos que posee.
- En nomenclatura de Stock el compuesto se nombra: monosulfuro de dicobre (I) o, simplemente, sulfuro de dicobre (I).
- En nomenclatura sistemática se nombra: monosulfuro de dicobre.

Actividades



- Formula y nombra los compuestos formados por los elementos siguientes. Utiliza la nomenclatura de Stock.
 - Cloro y níquel (n.º oxid. $+2$)
 - Nitrógeno y calcio
 - Azufre y sodio
 - Bromo y plata
- Nombra los compuestos siguientes. Utiliza la nomenclatura sistemática.
 - KI
 - MgCl₂
 - CdF₂
 - HgS
 - PbI₄
 - CoBr₃
 - FeSe

Combinaciones no metal-no metal

Veamos a continuación los compuestos que se forman entre dos no metales que no son óxidos ni combinaciones del hidrógeno, ya vistos.

Para **formular** estos compuestos, se escribe en primer lugar el elemento que tenga mayor carácter metálico, que actuará con número de oxidación positivo.

Estas combinaciones se **nombran** como compuestos del no metal que actúa con número de oxidación negativo. Observa unos ejemplos.

	Nomenclatura sistemática	Nomenclatura de Stock
I ₂ Br	Monobromuro de yodo	Bromuro de yodo (I)
P ₂ Te ₃	Triteluro de difósforo	Teluro de fósforo (III)
SeCl ₂	Dicloruro de selenio	Cloruro de selenio (II)

Hidróxidos

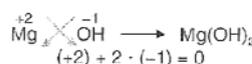
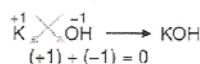
Los **hidróxidos** están formados por un *metal*, el *oxígeno* y el *hidrógeno*. Estos dos últimos aparecen agrupados formando un ion, el **OH⁻**, que recibe el nombre de **ion hidróxido** y que actúa como si fuera un elemento con *número de oxidación -1*.

Para **formular** los hidróxidos se escribe en primer lugar el *metal* y, a continuación, el *ion hidróxido*.

Si el metal tiene número de oxidación +1, no es preciso poner ningún subíndice; pero si su número de oxidación es otro, se coloca el grupo OH⁻ entre paréntesis y se le asigna el subíndice correspondiente.

Escribe las fórmulas del hidróxido de potasio y del hidróxido de magnesio.

— Escribimos sobre los símbolos de los metales y del grupo OH sus respectivos números de oxidación. En el caso del hidróxido de potasio no es necesario colocar ningún subíndice, pero en el del hidróxido de magnesio hay que escribir el grupo OH entre paréntesis y asignarle el subíndice 2.



Para **nombrar** los hidróxidos se antepone la expresión **hidróxido de...** al nombre del metal.

Habitualmente suele emplearse la *nomenclatura de Stock*.

Observa cómo se utilizan las nomenclaturas Stock y sistemática en los ejemplos de la tabla adjunta.

	Nomenclatura de Stock	Nomenclatura sistemática
NaOH	Hidróxido de sodio	Hidróxido de sodio
Al(OH) ₃	Hidróxido de aluminio	Trihidróxido de aluminio
Fe(OH) ₂	Hidróxido de hierro (II)	Dihidróxido de hierro
Fe(OH) ₃	Hidróxido de hierro (III)	Trihidróxido de hierro

Actividades

- Nombra los siguientes compuestos: a) P₅Cl₃; b) SbN; c) CuOH; d) Sr(OH)₂; e) HgOH; f) Ni(OH)₂; g) Pb(OH)₄; h) Hg(OH)₂.

- Formula y nombra los hidróxidos de: a) plata; b) cobalto (n.º oxid. +2); c) cobre (n.º oxid. +2); d) níquel (n.º oxid. +3); e) calcio. Utiliza la nomenclatura de Stock.



En algunos casos, el elemento central de un oxoácido puede ser un metal. Es el caso del *romo* y el *manganeso*, que dan origen a diversos ácidos, como, por ejemplo, H_2CrO_4 , ácido crómico, $H_2Cr_2O_7$, ácido dicrómico, $HMnO_4$, ácido permangánico.

Oxoácidos

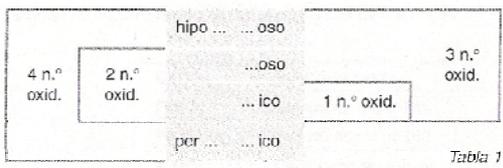
Los **oxoácidos** son *compuestos ternarios*, es decir, formados por tres elementos: el *hidrógeno*, un *elemento no metálico* (con número de oxidación positivo) y el *oxígeno*. Se trata de uno de los grupos de sustancias más importantes dentro de la química.

La fórmula general de los oxoácidos es $H_aX_bO_c$. El *hidrógeno* actúa con número de oxidación +1; el *elemento no metálico*, con un número de oxidación positivo; y el *oxígeno*, con número de oxidación -2.

Habitualmente $b = 1$. Veamos cómo formular estos ácidos.

<p>Si el número de oxidación de X es par, $a = 2$.</p> <p>Es el caso, por ejemplo, del ácido sulfúrico. A partir del nombre y observando la tabla 1, se deduce que el número de oxidación del S es +6.</p> $\begin{matrix} +1 & +6 & -2 \\ H_2 & S & O_2 \end{matrix}$ <p>Debe cumplirse que la suma total de los números de oxidación de los elementos presentes sea cero.</p> $2 \cdot (+1) + 1 \cdot (+6) + c \cdot (-2) = 0 \Rightarrow c = 4$ <p>Por tanto, la fórmula del ácido sulfúrico es H_2SO_4.</p>	<p>Si el número de oxidación de X es impar, $a = 1$.</p> <p>Veamos, por ejemplo, el ácido nítrico. Si consultamos la tabla 1 deducimos que el número de oxidación del N es +5.</p> $\begin{matrix} +1 & +5 & -2 \\ H & N & O_3 \end{matrix}$ <p>Se debe cumplir que:</p> $1 \cdot (+1) + 1 \cdot (+5) + c \cdot (-2) = 0 \Rightarrow c = 3$ <p>Obtenemos así la fórmula del ácido nítrico: HNO_3.</p>
---	---

Para **nombrar** los oxoácidos, aunque existe un nombre sistemático para cada uno de ellos, suele utilizarse el *nombre clásico*. La regla que se utiliza para nombrar estos compuestos se basa en la cantidad de números de oxidación que tiene el elemento no metálico y es la siguiente:



Observa cómo el cloro forma cuatro oxoácidos, con los cuatro números de oxidación positivos que tiene: +1, +3, +5 y +7.

De igual forma, el azufre forma tres oxoácidos, con los números de oxidación: +2, +4 y +6.

En el único ácido que forma, el carbono actúa con número de oxidación +4.

Aquí tienes algunos de los oxoácidos más importantes.

Oxoácido	Nombre clásico	Oxoácido	Nombre clásico
$HClO$	Ácido hipocloroso	H_2SO_2	Ácido hiposulfuroso
$HClO_2$	Ácido cloroso	H_2SO_3	Ácido sulfuroso
$HClO_3$	Ácido clórico	H_2SO_4	Ácido sulfúrico
$HClO_4$	Ácido perclórico	HNO_2	Ácido nitroso
$HBrO_3$	Ácido bromico	HNO_3	Ácido nítrico
H_2CO_3	Ácido carbónico	H_3PO_4	Ácido fosfórico

Actividades



- Deduce el número de oxidación del elemento no metálico en los ácidos siguientes: a) HNO_2 ; b) H_2CO_3 ; c) H_2SO_3 .
- Formula los siguientes ácidos: a) ácido bromoso; b) ácido peryódico; c) ácido selenioso; d) ácido hipobromoso.
- Nombra los siguientes ácidos: a) $HBrO_2$; b) H_2TeO_4 ; c) HIO_3 .

Oxosales

Antes de proceder al estudio de las oxosales debemos profundizar en la nomenclatura y formulación de los iones.

Iones

Los iones son átomos o grupos de átomos que han *perdido* o *ganado electrones*, por lo que tienen carga positiva o negativa, respectivamente. Los iones de carga positiva se llaman **cationes** y los de carga negativa, **aniones**.

Veamos estos iones, según sean *monoatómicos* o *poliatómicos*.

Cationes monoatómicos	Aniones monoatómicos
<p>Para formular estos cationes se escribe el símbolo del elemento y un superíndice que nos indica la carga. Esta carga coincidirá con uno de los estados de oxidación.</p> <p>Así tenemos, por ejemplo: Fe^{2+}, Fe^{3+}, Na^+.</p> <p>Para nombrar los cationes utilizaremos la nomenclatura de Stock. Anteponemos la palabra <i>ion</i> o <i>cación</i> al nombre del elemento. Si tiene varios números de oxidación, se indica con el que actúa en números romanos, entre paréntesis.</p> <p>Los cationes monoatómicos los forman los metales. Por ejemplo: Fe^{2+}, ion hierro (II); Fe^{3+}, ion hierro (III); Na^+, ion sodio.</p>	<p>Para formular los aniones monoatómicos se escribe el símbolo del elemento y un superíndice que nos indica la carga. Esta carga coincide con el estado de oxidación negativo del elemento.</p> <p>Por ejemplo: S^{2-}, Cl^-, N^{3-}.</p> <p>Para nombrar estos aniones se utiliza la terminación -uro. No hace falta indicar la carga, ya que ésta coincide con el número de oxidación negativo del elemento.</p> <p>Los aniones monoatómicos los forman los no metales. Así, tenemos: S^{2-}, ion sulfuro; Cl^-, ion cloruro; N^{3-}, ion nitruro. El nombre del anión del oxígeno, O^{2-}, es una excepción; se nombra ion óxido.</p>
Cationes poliatómicos	Aniones poliatómicos
<p>Existen dos muy importantes, el NH_4^+, ion amonio y el H_3O^+, ion hidronio.</p>	<p>Ya conocemos un caso, el ion hidróxido OH^-. Veamos a continuación los aniones que provienen de los oxoácidos, los <i>oxoaniones</i>.</p> <p>Para formular los oxoaniones se parte de la fórmula del ácido, se quitan los hidrógenos y se ponen tantas cargas negativas como hidrógenos hemos quitado.</p> <p>Así, por ejemplo, tenemos: $\text{H}_2\text{SO}_4 \Rightarrow \text{SO}_4^{2-}$, $\text{HNO}_3 \Rightarrow \text{NO}_3^-$.</p> <p>Para nombrar los oxoaniones se cambian las terminaciones -oso e -ico de los ácidos por -ito y -ato, respectivamente.</p> <p>Tendremos, por tanto, que el SO_4^{2-} es el ion sulfato y el NO_3^- ion nitrato.</p>

En el siguiente cuadro se presentan algunos oxoaniones comunes.

Ion	Nombre clásico	Ion	Nombre clásico	Ion	Nombre clásico
ClO^-	ion hipoclorito	BrO_3^-	ion bromato	NO_2^-	ion nitrito
ClO_2^-	ion clorito	IO_3^-	ion yodato	NO_3^-	ion nitrato
ClO_3^-	ion clorato	SO_3^{2-}	ion sulfito	CO_3^{2-}	ion carbonato
ClO_4^-	ion perclorato	SO_4^{2-}	ion sulfato	PO_4^{3-}	ion fosfato

Actividades

- Formula y nombra los cationes de: a) oro; b) estaño; c) estroncio; d) magnesio; e) cobre.
- Formula y nombra los aniones de los oxoácidos del yodo.

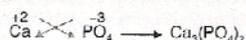


Las **oxosales** son los compuestos que se obtienen por sustitución del hidrógeno o los hidrógenos de los oxoácidos por un elemento metálico, por lo que están formadas por un **catión de un metal** y un **oxoanión**.

Para **formular** una oxosal, se escribe, en primer lugar, el **catión** y, a continuación, el **oxoanión**. Los subíndices que corresponden a cada uno pueden obtenerse intercambiando las respectivas cargas. En caso de que sea posible, los subíndices se simplifican.

Escribe la fórmula de la sal que forma el ion fosfato con el ion calcio.

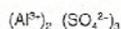
— Procedemos de la forma habitual. Tendremos:



Para **nombrar** una oxosal se menciona primero el **anión** y, a continuación, el **catión**.

Nombra la siguiente oxosal: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Utiliza la nomenclatura de Stock.

— Observamos que la sal está formada por el oxoanión SO_4^{2-} , sulfato, y el catión Al^{3+} , ion aluminio.



— En la nomenclatura de Stock nombramos primero el oxoanión y en segundo lugar el elemento metálico: sulfato de aluminio.

El siguiente cuadro muestra otros ejemplos de oxosales.

CaSO_3	Sulfito de calcio
FeSO_4	Sulfato de hierro (II)
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	Sulfato de hierro (III)
K_2CO_3	Carbonato de potasio
CuNO_3	Nitrato de cobre (I)
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	Nitrato de cobre (II)
AgNO_2	Nitrito de plata
$\text{Ni}(\text{ClO})_3$	Hipoclorito de níquel (III)
HgIO_3	Yodato de mercurio (I)

Actividades



- Formula las sales que se obtienen al unirse los aniones y cationes siguientes: a) sulfato y los iones del hierro; b) nitrato e ion plata; c) hipoclorito e ion calcio; d) perbromato y los iones del cobre.
- Nombra las sales siguientes: a) ZnCO_3 ; b) Ag_3PO_4 ; c) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$; d) $\text{Al}(\text{ClO}_2)_3$; e) NaClO ; f) HgIO_4 .
- Formula las sales siguientes: a) clorato de plata; b) hipoclorito de estaño (IV); c) perclorato de calcio; d) nitrito de potasio; e) carbonato de magnesio; f) sulfito de cadmio.
- Nombra las siguientes sales y comprueba que la suma de los números de oxidación da 0: a) K_2CO_3 ; b) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Salvo en el caso de los iones, todas las fórmulas se escriben sin carga, lo que corresponde al estado neutro de las sustancias que representan. Por ello, el número de electrones que puedan perder alguno de los elementos debe ser igual al de los electrones ganados por otros, como puedes ver en los siguientes ejemplos:

Ejemplo 1: ¿Qué fórmula corresponde a una sustancia formada por los elementos cloro y sodio?

Puesto que cada átomo de cloro gana 1 electrón mientras que cada átomo de sodio pierde un electrón, deberá haber el mismo número de átomos de sodio que de cloro. Por lo tanto, la fórmula debería ser: Na_nCl_n . Puesto que se procura poner la fórmula más simple, en lugar de escribir la anterior, escribiremos: Na_1Cl_1 . Se ha adoptado el convenio de que cuando el subíndice sea un 1 no se escriba. Por lo tanto, la fórmula será: NaCl .

Ejemplo 2: ¿Qué fórmula corresponde a una sustancia formada por los elementos cloro y calcio?

Puesto que cada átomo de cloro gana 1 electrón mientras que cada átomo de calcio pierde 2 electrones, deberá haber el doble número de átomos de cloro que de calcio. Por lo tanto, la fórmula debería ser: $\text{Ca}_n\text{Cl}_{2n}$. Por las razones expuestas en el ejemplo anterior, la fórmula será: CaCl_2 .

Regilla para formulación «automática»

Se trata de intercambiar las valencias. Así, si el hierro actúa con valencia 3 mientras que el oxígeno lo hace con valencia 2, la fórmula del óxido de hierro (III) será Fe_2O_3 .

El número entre paréntesis se refiere a la valencia con la que actúa el hierro. Es necesario ponerlo en el caso de que ese elemento pueda actuar con valencias diferentes.

En caso de que sea posible, se simplificarán los números que aparecen como subíndices. Así, óxido de calcio: Ca_2O_2 , se debe escribir, CaO .

En ocasiones no se puede simplificar una fórmula porque representa a una molécula con una composición atómica determinada. Así, el peróxido de hidrógeno se escribe H_2O_2 .

3.1 Formulación de compuestos binarios

Hidruros

Son las combinaciones del hidrógeno con los demás elementos. Se nombran, según la nomenclatura sistemática de la IUPAC, al contrario de como se escriben, terminando siempre el nombre del primer elemento con el sufijo -uro. De todas formas algunos conservan su nombre tradicional.

Valencias que utilizan los elementos representativos con el hidrógeno

Grupo	1	2	13	14	15	16	17
Valencia	1	2	3	4	3	2	1

Fórmula	N. sistemática	N. tradicional
HF	fluoruro de hidrógeno	ácido fluorhídrico (en agua)
HCl	cloruro de hidrógeno	ácido clorhídrico (" ")
HBr	bromuro de hidrógeno	ácido bromhídrico (" ")
HI	yoduro de hidrógeno	ácido yodhídrico (" ")
H ₂ S	sulfuro de hidrógeno	ácido sulfhídrico (" ")
H ₂ Se	seleniuro de hidrógeno	ácido selenhídrico (" ")
NH ₃	hidruro de nitrógeno	amoníaco
PH ₃	hidruro de fósforo	fosfina
AsH ₃	hidruro de arsénico	arsina
SbH ₃	hidruro de antimonio	estibina
SiH ₄	hidruro de silicio	silano
BH ₃	hidruro de boro	borano

Los demás, en general, no utilizan nombres tradicionales.

¿Qué símbolo se escribe a la izquierda y cuál a la derecha?

Una regla sencilla para recordar es que se escriben al revés de como se nombran. Por ejemplo, el bromuro de sodio se escribe: NaBr .

El hidrógeno se escribe a la derecha excepto cuando se combina con elementos de los grupos 16 y 17. Ejemplos: KH , CaH_2 , AlH_3 , H_2S , HBr .

El oxígeno siempre se escribe a la derecha, excepto cuando se combina con el flúor. Ejemplo: CaO .

Si hay tres elementos, el hidrógeno o el metal se escriben a la izquierda, el no metal en el centro y el oxígeno a la derecha. Ejemplos: HNO_3 , CaSO_4 .

ANEXO

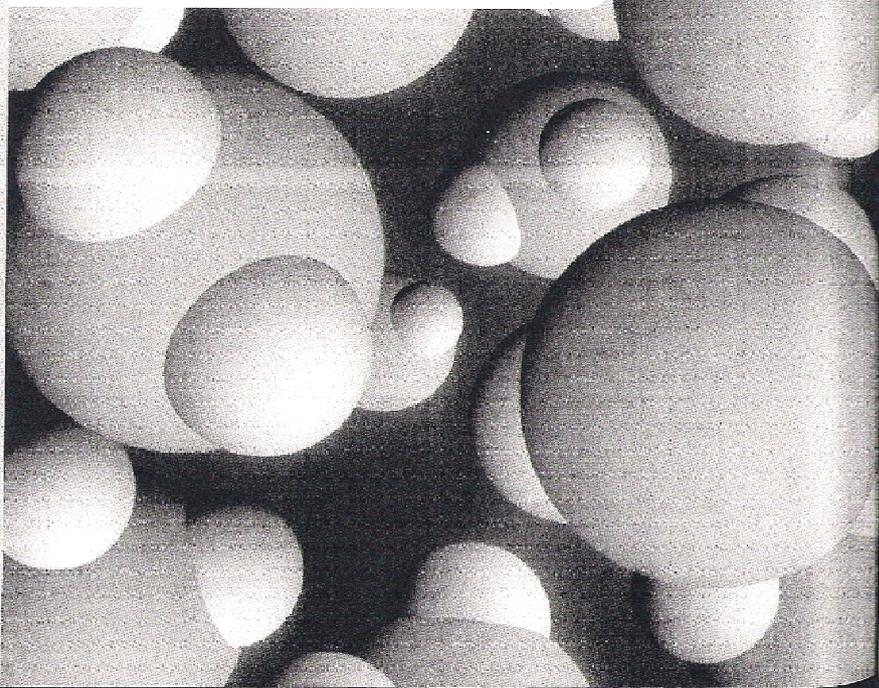
1

Introducción a la nomenclatura y formulación inorgánica

Actualmente se conocen millones de compuestos químicos y cada día se obtienen otros nuevos. Cada uno de ellos se identifica mediante un nombre y una fórmula, que la comunidad científica debe acordar.

Para facilitar su estudio, los compuestos químicos se dividen en dos grandes tipos: *orgánicos* e *inorgánicos*. Los compuestos orgánicos, cuya denominación deriva de que se consideraban producidos por los seres vivos, están formados por carbono, hidrógeno, oxígeno y los llamados bioelementos. Los compuestos inorgánicos son todos los restantes, entre los que se incluyen algunos que también contienen carbono.

En las páginas que siguen nos ocuparemos de las reglas que se utilizan para escribir el nombre y la fórmula de los compuestos inorgánicos más sencillos.



1. Formulación y nomenclatura

Como sabemos, cada compuesto químico se representa mediante una **fórmula**, que expresa los elementos químicos que lo forman y la proporción en la que se encuentran los átomos de esos elementos.

Cuando se conocían pocos compuestos químicos, estos recibían un nombre que hacía referencia a sus propiedades o a las circunstancias en que fueron descubiertos. Por ejemplo, el compuesto de fórmula NaOH se denominaba sosa cáustica. Con el paso del tiempo, el gran número de compuestos conocidos hizo necesario recurrir a ciertas reglas para asignarles nombres.

La nomenclatura es un conjunto de reglas que permite asignar un nombre específico y descriptivo a un compuesto dado por su fórmula. La formulación consiste en obtener la fórmula de un compuesto a partir de su nombre.

Existen tres sistemas de nomenclatura aceptados por la IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada): la nomenclatura sistemática, recomendada por la IUPAC para facilitar la comunicación científica, la nomenclatura de Stock y la nomenclatura tradicional, más antigua y en desuso para algunos tipos de compuestos.

Clasificación de los compuestos inorgánicos sencillos

Los compuestos inorgánicos que estudiaremos se clasifican en binarios, que están formados por dos elementos distintos, y ternarios, que contienen tres elementos diferentes. Estos dos grupos se subdividen a su vez, dando lugar a seis tipos de compuestos, como se muestra en la siguiente tabla:

Binarios	Oxidos	Formados por oxígeno y otro elemento.
	Hidruros	Formados por hidrógeno y otro elemento.
	Sales binarias	Formadas por dos elementos distintos del hidrógeno y el oxígeno: un metal y un no metal.
Ternarios	Oxoácidos	Formados por oxígeno, hidrógeno y un tercer elemento, que suele ser no metálico.
	Hidróxidos	Formados por un metal y oxígeno e hidrógeno, formando grupos OH.
	Sales ternarias u oxisales	Formadas por oxígeno y otros dos elementos, generalmente un metal y un no metal.

Clasificación de los compuestos inorgánicos sencillos.

ACTIVIDADES

Clasifica estos compuestos inorgánicos de acuerdo con su fórmula:

- Dihidruro de cobre, CuH_2 .
- Ácido sulfúrico, H_2SO_4 .
- Cloruro de sodio, NaCl .
- Trióxido de dihierro, Fe_2O_3 .
- Fosfato de aluminio, AlPO_4 .
- Monóxido de carbono, CO .
- Trihidróxido de aluminio, $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Una organización internaci

La IUPAC surgió en 1919, tras varios intentos de los químicos de época por unificar el lenguaje químico. Para entonces, la Química llegaba poco más de un siglo de desarrollo como ciencia, pero enorme la cantidad de descubrimientos realizados y de nuevas sustancias obtenidas. Por eso hizo necesario un acuerdo internacional, con el fin de establecer referencias y terminología apropiadas para el trabajo químico.



3. Nomenclatura y formulación de compuestos binarios

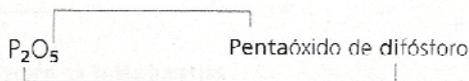
Óxidos

Los óxidos son compuestos binarios en los cuales uno de los elementos es el oxígeno, que actúa con número de oxidación -2.

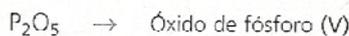
Nomenclatura de óxidos

Para nombrar los óxidos, se utilizan la nomenclatura sistemática y la de Stock.

Según la nomenclatura sistemática, se nombran escribiendo la palabra *óxido* precedida de un prefijo (*di-, tri-, tetra-, etc.*) que indica el número de átomos de oxígeno que hay en el compuesto, seguido de la preposición *de* y del nombre del elemento que acompaña al oxígeno, precedido también del correspondiente prefijo numeral:

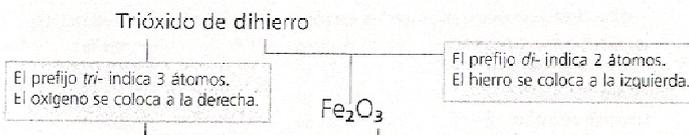


Según la nomenclatura de Stock, la palabra *óxido* va seguida de la preposición *de* y del nombre del elemento que se combina con el oxígeno; entre paréntesis, sin signo y en números romanos, se indica el número de oxidación del elemento que acompaña al oxígeno, en el caso de que tenga varios:



Formulación de óxidos

A partir del nombre sistemático es fácil escribir la fórmula de un óxido, teniendo en cuenta que los prefijos numerales nos indican el número de átomos de cada elemento que hay en el compuesto. En la fórmula, el oxígeno debe aparecer escrito a la derecha.



Si el nombre viene dado por la nomenclatura de Stock, y considerando que en los óxidos el número de oxidación del oxígeno es -2, se escribe el elemento que acompaña al oxígeno con subíndice 2, y el oxígeno a la derecha, con un subíndice que viene dado por el número de oxidación del otro elemento. Si es posible, se simplificarán los subíndices obtenidos, de modo que queden en su expresión más sencilla.

ACTIVIDADES

1. Escribe el nombre o la fórmula, según sea el caso, de los siguientes óxidos:

- | | | |
|--------------|------------|----------------------------|
| a) SiO_2 | b) Ag_2O | c) Trióxido de dialuminio. |
| d) Cl_2O_7 | e) BeO | f) Óxido de antimonio (V). |
| g) Ni_2O_3 | h) K_2O | i) Trióxido de azufre. |

Número de átomos	Prefijo
1	mono-
2	di-
3	tri-
4	tetra-
5	penta-
6	hexa-
7	hepta-

Prefijos utilizados para la nomenclatura sistemática. El prefijo *mono-* suele omitirse.

Nomenclatura sistemática	
Fe_2O_3	Trióxido de hierro
PbO_2	Dióxido de plomo
Cl_2O_7	Heptaóxido de cloro
CaO	Óxido de calcio
Nomenclatura de Stock	
Fe_2O_3	Óxido de hierro (III)
PbO_2	Óxido de plomo (IV)
Cl_2O_7	Óxido de cloro (VII)
CaO	Óxido de calcio

Nomenclatura de óxidos

Nomenclatura sistemática	
FeH ₂	Trihidruro de hierro
PbH ₄	Tetrahidruro de plomo
NaH	Hidruro de sodio
CaH	Dihidruro de calcio

Nomenclatura de Stock	
FeH ₂	Hidruro de hierro (II)
PbH ₄	Hidruro de plomo (IV)
NaH	Hidruro de sodio
CaH ₂	Hidruro de calcio

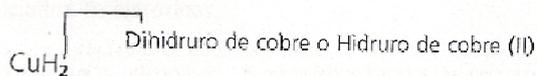
Nomenclatura de hidruros metálicos.

Hidruros

Los hidruros son compuestos binarios en los cuales uno de los elementos es el hidrógeno, que actúa con número de oxidación -1 cuando se combina con un metal, y con +1 cuando lo hace con un elemento no metálico.

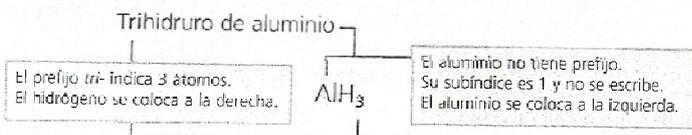
Nomenclatura de hidruros metálicos

De acuerdo con la nomenclatura sistemática, se nombran de manera similar a los óxidos, pero empleando la palabra *hidruro* para indicar el tipo de compuesto. Lo mismo sucede con la nomenclatura de Stock:



Formulación de hidruros metálicos

Para escribir la fórmula a partir del nombre, nuevamente tendremos en cuenta que los prefijos numerales nos indican el número de átomos de cada elemento en el compuesto. En el caso de la nomenclatura de Stock, el subíndice del hidrógeno viene dado por el número de oxidación del elemento que se combina con él:



Otros hidruros no metálicos

Cuando el hidrógeno se combina con elementos no metálicos de los grupos 14 y 15, forma hidruros que suelen identificarse mediante su nombre tradicional.

Fórmula	Nombre
NH ₃	Amoníaco
PH ₃	Fosfina
CH ₄	Metano
SiH ₄	Silano

Hidruros de halógenos y anfígenos

Al combinarse el hidrógeno con los elementos de los grupos 16 (anfígenos, exceptuando el oxígeno) y 17 (halógenos), resulta un grupo de compuestos denominados tradicionalmente **ácidos hidrácidos**. Para ellos se usan dos nomenclaturas: la sistemática, que indica el elemento no metálico con el sufijo *-uro*, y la tradicional, que usa el sufijo *-hídrico*:

Fórmula	Nomenclatura sistemática	Nomenclatura tradicional
HF	Fluoruro de hidrógeno	Ácido fluorhídrico
HCl	Cloruro de hidrógeno	Ácido clorhídrico
H ₂ S	Sulfuro de dihidrógeno	Ácido sulfhídrico

ACTIVIDADES

✎ Escribe el nombre o la fórmula, según sea el caso, de los siguientes hidruros:

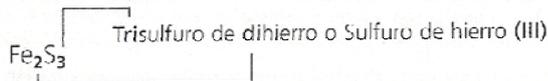
- | | | |
|---------------------|---------------------|------------------------------|
| a) NiH ₂ | b) ZnH ₂ | c) Hidruro de cadmio. |
| d) AgH | e) KH | f) Dihidruro de estaño. |
| g) CoH ₂ | h) MgH ₂ | i) Hidruro de mercurio (II). |

Sales binarias

Las sales binarias son compuestos formados por la combinación de un elemento metálico con uno no metálico, distinto del hidrógeno y el oxígeno.

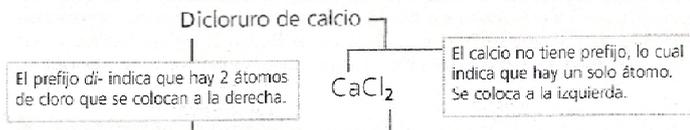
Nomenclatura de sales binarias

La nomenclatura sistemática de las sales binarias utiliza los prefijos numerales para indicar el número de átomos de cada elemento en la fórmula y el sufijo *-uro* para el nombre del no metal. La nomenclatura de Stock usa la misma terminación, sustituyendo los prefijos numerales por el número de oxidación del metal entre paréntesis:



Formulación de sales binarias

Para obtener la fórmula a partir del nombre se sigue el mismo procedimiento que en el caso de los óxidos e hidruros. Hay que tener en cuenta que aquí el metal se escribe a la izquierda y el no metal a la derecha:



ACTIVIDADES

1. Escribe el nombre o la fórmula, según sea el caso, de las siguientes sales binarias:
- | | | |
|--------------------|----------------------------|-----------------------------|
| a) NiF_3 | b) Ca_3N_2 | c) Tricloruro de hierro. |
| d) AgCl | e) KI | f) Bromuro de sodio. |
| g) CrI_3 | h) Na_2Se | i) Seleniuro de plomo (IV). |
| j) CuS | k) Ca_2C | l) Sulfuro de dipotasio. |
| m) BaBr_2 | n) ZnS | o) Fluoruro de magnesio. |
2. Copia en tu cuaderno esta tabla y complétala con los nombres o fórmulas que faltan:

Fórmula	Nomenclatura sistemática	Nomenclatura de Stock
P_2O_3		Óxido de azufre (IV)
	Óxido de bario	
	Dihidruro de berilio	
LiH		
	Dihidruro de estroncio	
Na_2S		Cloruro de estaño (II)
	Bromuro de mercurio	

Una sal muy «común»

Aunque normalmente asociamos el término sal al cloruro de sodio (o sal común) que utilizamos a menudo desde el punto de vista culinario, esta palabra engloba un amplio grupo de compuestos formados por la combinación de elementos metálicos con otros no metálicos, muchos de ellos de aspecto cristalino y solubles en agua, debido a las uniones iónicas que establecen entre los átomos los forman.

Nomenclatura sistemática

NaCl	Cloruro de sodio
CaF_2	Difluoruro de calcio
FeI_2	Diyoduro de hierro
AlBr_3	Tribromuro de aluminio

Nomenclatura de Stock

NaCl	Cloruro de sodio
CaF_2	Fluoruro de calcio
FeI_2	Yoduro de hierro (II)
AlBr_3	Bromuro de aluminio

Nomenclatura de sales binarias

4. Nomenclatura y formulación de compuestos ternarios

¡Atención!

En un hidróxido, el metal se combina con tantos grupos OH^- como indica el número de oxidación.



El número de oxidación del Al es +3.

Nomenclatura sistemática

$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Dihidróxido de calcio
NaOH	Hidróxido de sodio
$\text{Al}(\text{OH})_3$	Trihidróxido de aluminio
$\text{Pb}(\text{OH})_2$	Tetrahidróxido de plomo

Nomenclatura de Stock

$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Hidróxido de calcio
NaOH	Hidróxido de sodio
$\text{Al}(\text{OH})_3$	Hidróxido de aluminio
$\text{Pb}(\text{OH})_2$	Hidróxido de plomo (IV)

Nomenclatura de hidróxidos.

Hidróxidos

Los hidróxidos son compuestos ternarios en los cuales un metal se combina con uno o varios grupos OH^- , formados por la unión de un átomo de oxígeno y uno de hidrógeno. Estos grupos, que tienen entidad química propia, reciben el nombre de hidroxilos u oxhidrilos.

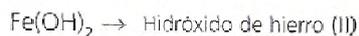
Para nombrar y formular los hidróxidos, los grupos OH^- que poseen se tratan como una unidad independiente que actúa con número de oxidación -1 . Si hay varios, se colocan en la fórmula entre paréntesis y con el subíndice correspondiente.

Nomenclatura de hidróxidos

La nomenclatura sistemática de estos compuestos se basa en el uso de los mismos prefijos numerales que se utilizan para los compuestos binarios. Se nombran con la palabra *hidróxido* precedida del prefijo correspondiente al número de grupos OH^- , seguida del nombre del metal:

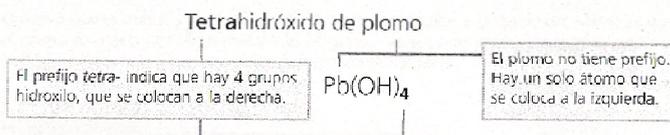


En la nomenclatura de Stock, se usa la palabra *hidróxido* y se indica el número de oxidación del metal entre paréntesis de la forma habitual, siempre que tenga más de uno posible:



Formulación de hidróxidos

Para escribir la fórmula a partir del nombre, comenzamos poniendo el símbolo del metal a la izquierda y colocamos a la derecha el número de grupos hidroxilo que indique el prefijo numeral, si el nombre corresponde a la nomenclatura sistemática. Si se trata de la nomenclatura de Stock, el número de grupos OH^- coincide con el número de oxidación que va entre paréntesis.



ACTIVIDADES

1. Escribe el nombre o la fórmula, según sea el caso, de los siguientes hidróxidos:
- | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| a) $\text{Ni}(\text{OH})_2$. | b) $\text{Fe}(\text{OH})_2$. | c) Hidróxido de mercurio (II). |
| d) $\text{Zn}(\text{OH})_2$. | e) LiOH . | f) Trihidróxido de aluminio. |
| g) AgOH . | h) $\text{Mg}(\text{OH})_2$. | i) Hidróxido de potasio. |

Oxoácidos

Los oxoácidos son compuestos ternarios formados por hidrógeno, oxígeno y otro elemento, que suele ser un no metal, o un metal de transición que actúa con su número de oxidación más alto. Se denominan así porque se trata de sustancias que poseen propiedades ácidas.

Nomenclatura tradicional de oxoácidos

Para nombrar los oxoácidos se utilizan dos nomenclaturas: la sistemática y, principalmente, la tradicional.

La nomenclatura tradicional es la más utilizada para este tipo de compuestos. Se basa en el empleo de una serie de prefijos y sufijos, que se asignan de acuerdo con el número de oxidación con que actúe el no metal de entre todos los que posee:

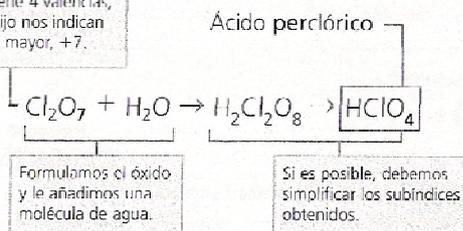
Prefijo	Sufijo	1 valencia	2 valencias	3 valencias	4 valencias
hipo-	-oso			Ácido hiponitroso: HNO	Ácido hipocloroso: HClO
-	-oso		Ácido sulfuroso: H ₂ SO ₃	Ácido nitroso: HNO ₂	Ácido cloroso: HClO ₂
-	-ico	Ácido carbónico: H ₂ CO ₃	Ácido sulfúrico: H ₂ SO ₄	Ácido nítrico: HNO ₃	Ácido clórico: HClO ₃
per-	-ico				Ácido perclórico: HClO ₄

Observa que se consideran solo los estados de oxidación que los elementos utilizan para formar oxoácidos. Por ejemplo, el azufre usa sus valencias +4 y +6 para formar estos compuestos, por lo que debemos contar 2 valencias posibles. Con la menor le corresponde el sufijo -oso y con la mayor el sufijo -ico, como se muestra en la tabla.

Formulación de oxoácidos

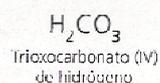
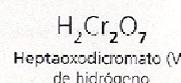
Hay varias formas de obtener la fórmula de un oxoácido. La más sencilla es formular el óxido y añadirle agua, para lo cual necesitamos conocer el número de oxidación con que actúa el elemento que da lugar al compuesto ácido. Observa este ejemplo:

Como el cloro tiene 4 valencias, el prefijo y el sufijo nos indican que actúa con la mayor, +7.



Nomenclatura sistemática de los ácidos

La nomenclatura sistemática de los ácidos es algo más compleja que la nomenclatura tradicional. Un prefijo numeral, seguido del término *oxo*, indica el número de átomos de oxígeno, seguido del nombre del elemento central terminado en *-ato*, con su valencia entre paréntesis. Si hay más de un átomo de este elemento, se antepone el prefijo *mu* correspondiente. Finalizar el nombre añadiendo las palabras *de hidrógeno*:



Hay excepciones

Determinados ácidos —con el fósforo— se forman a partir de más de una molécula de óxido. En estos casos se usan prefijos *meta*, *para* y *orto* para hacer referencia a los ácidos obtenidos con una, dos o tres moléculas de agua, respectivamente.

ACTIVIDADES

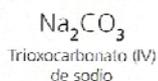
1. Escribe el nombre o la fórmula, según sea el caso, de los siguientes oxoácidos:

- | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| a) H ₃ PO ₄ | b) H ₂ SiO ₃ | c) Ácido bromico. |
| d) HBrO ₃ | e) HIO ₃ | f) Ácido peryódico. |
| g) H ₂ BO ₃ | h) H ₂ SbO ₄ | i) Ácido selenioso. |

Salas ternarias u oxisales

En la nomenclatura sistemática

En la nomenclatura sistemática, el nombre se forma utilizando el mismo procedimiento que cuando se trata de un ácido, sustituyendo los hidrógenos por el nombre del metal y su valencia entre paréntesis, si tiene más de una



Las sales ternarias u oxisales están formadas por oxígeno y dos elementos —un metal y un no metal o metal de transición—. Se pueden considerar compuestos derivados de los oxoácidos, en los que se ha sustituido el o los hidrógenos por un metal. Por lo tanto, su nomenclatura está relacionada con la de los ácidos de los que proceden.

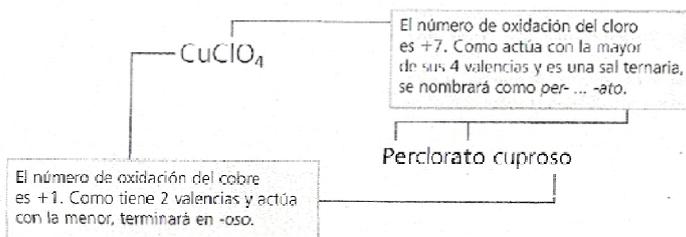
Según la nomenclatura tradicional, las sales se nombran sustituyendo los sufijos -oso e -ito de los ácidos por -ito y -ato, respectivamente, de acuerdo con los números de oxidación del elemento central.

Tiene 1 valencia	Tiene 2 valencias	Tiene 3 valencias	Tiene 4 valencias
-	-	hipo- ... -ito	hipo- ... -ito
-	-ito	ito	-ito
-ato	-ato	-ato	-ato
-	-	-	per- ... -ato

El nombre del metal que sustituye a los átomos de hidrógeno va después de la preposición *de* y su número de oxidación se coloca entre paréntesis, si puede tener más de uno. Observa este ejemplo:



Otra posibilidad frecuente es usar los mismos sufijos (-oso e -ico) para indicar el estado de oxidación del metal:



Nomenclatura tradicional	
FeCO_3	Carbonato de hierro (II) o ferroso
NaClO	Hipoclorito de sodio
AlPO_4	Fosfato de aluminio
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	Nitrato de calcio

Nomenclatura de oxisales.

Observa que el metal que sustituye al hidrógeno se escribe a la izquierda, mientras que el grupo formado por el no metal y el oxígeno —que es un verdadero anión con entidad química propia— aparece a la derecha en la fórmula.

ACTIVIDADES

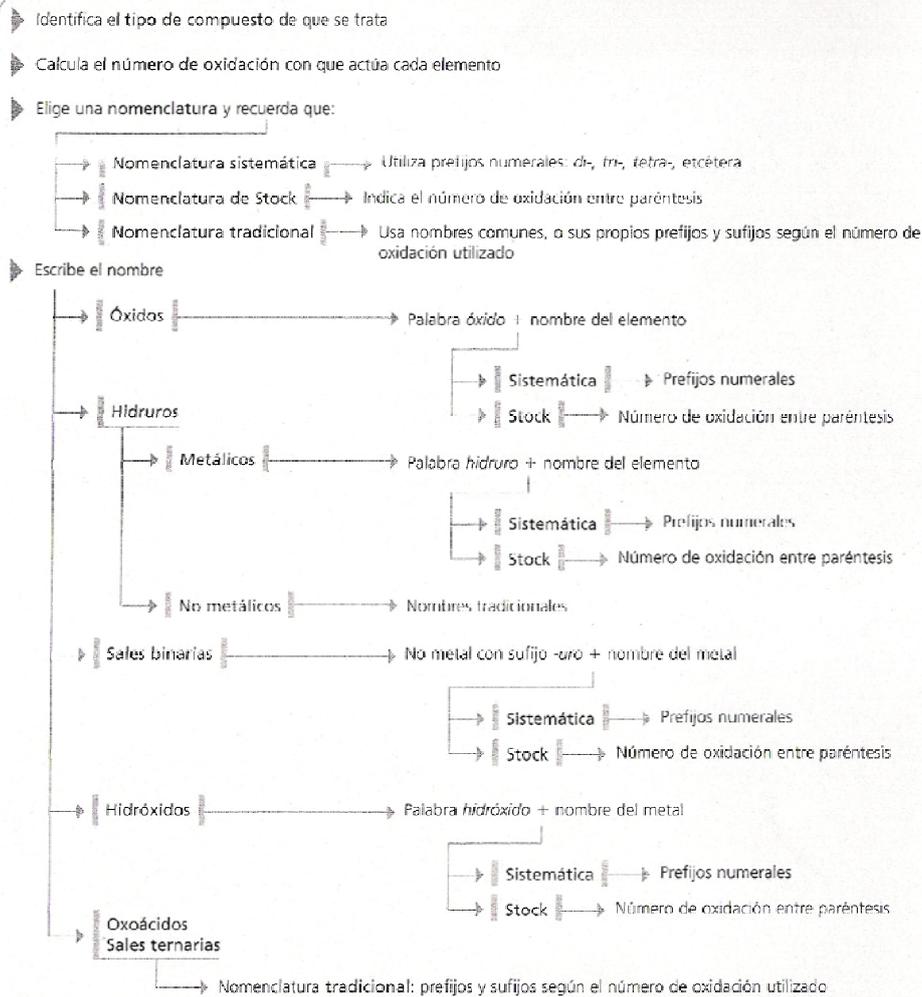
1. Escribe el nombre de las siguientes sales:

- | | | |
|-----------------------------|--------------------|---------------------|
| a) Li_2SO_4 | b) FePO_4 | c) NaIO_4 |
| d) KClO_2 | e) CaCO_3 | f) CuBrO_3 |
| g) NaNO_2 | h) NiSO_3 | i) AlPO_3 |

2. De cada grupo de las siguientes fórmulas hay una que no es correcta. Indica de cuál se trata y justifica tu elección en cada caso:

- a) Ácidos: HClO_2 ; $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; HSO_4 ; H_3PO_3
 b) Oxisales: CaSiO_3 ; MgCr_2O_7 ; FeSO_4 ; Na_2ClO_3

> De la fórmula al nombre paso a paso



16) Indica para cada compuesto el nombre o los nombres que le corresponden según las nomenclaturas estudiadas en el esquema anterior:

- | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| a) $\text{Sn}(\text{OH})_2$ | b) NaH | c) NaBr | d) HClO_4 | e) Hg_2SO_4 |
| f) SO_2 | g) HBr | h) MgCO_3 | i) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | j) FeCl_2 |
| k) Na_2O | l) HNO_3 | m) Ca_3P_2 | n) Au_2O_3 | ñ) $\text{Pb}(\text{OH})_2$ |
| o) CoSO_3 | p) CuH | q) FeH_3 | r) CuClO_3 | s) Al_2S_3 |
| t) H_2SeO_4 | u) Cl_2O | v) CuI | x) $\text{Ni}(\text{OH})_3$ | y) PbO_2 |

Formulación

I Configuración electrónica de los elementos

En este libro hemos visto las experiencias que llevaron a establecer los modelos atómicos. Bohr diseñó un modelo según el cual los electrones se encuentran en determinados niveles alrededor del núcleo del átomo; estos niveles tienen distinta energía, por eso se denominan **niveles energéticos**. El nivel de menor energía es el que está más próximo al núcleo -el más interno-; desde ahí, la energía aumenta hasta llegar al más exterior.

En la corteza de los átomos pueden existir hasta siete niveles energéticos que se designan con un número o una letra según su proximidad al núcleo.

Los electrones se colocan en los niveles en orden creciente de energía y siguiendo ciertas normas:

- El nivel más interno solo puede albergar 2 electrones.
- El segundo nivel puede albergar, como máximo, 8 electrones.
- El tercer nivel puede albergar, como máximo, 18 electrones; pero cuando este llega a tener 8 electrones, comienza a llenarse el cuarto.

Por ejemplo, el átomo de potasio tiene 19 electrones que se colocarán en los niveles del modo siguiente:

Nivel 1 → 2 electrones

Nivel 2 → 8 electrones

Nivel 3 → 8 electrones

Nivel 4 → 1 electrón

Se llama **configuración electrónica** de un elemento al modo en que se organizan los electrones en un átomo de ese elemento.

La configuración electrónica del potasio es: 2, 8, 8, 1.

El último nivel en la que un átomo tiene electrones se llama **nivel de valencia**. El K tiene 1 electrón en su nivel de valencia.

Todos los elementos del grupo 18 tienen 8 electrones en su último nivel, con la excepción del He, que solo tiene 2. Los elementos de este grupo se llaman gases nobles porque son muy estables y no se combinan con ningún otro elemento.

Los demás elementos de la tabla periódica tratarán de alcanzar la configuración de los gases nobles, porque así aumentará su estabilidad. Para ello, ganarán o perderán los electrones que sean necesarios y dejarán de ser especies neutras; se convertirán en iones.

Un ion es un átomo que ha ganado o perdido electrones.

- Cuando un átomo pierde electrones, adquiere carga positiva y se convierte en un ion **positivo** o **cation**.

Por ejemplo, el cloro (Cl) tiene en su último nivel la configuración: 2, 7 para conseguir la configuración de gas noble se convierte en el ion Cl^- .

- Cuando un átomo gana electrones, adquiere carga negativa y se convierte en un ion **negativo** o **anión**.

Por ejemplo, el sodio (Na) tiene en su último nivel la configuración: 1, y para conseguir la configuración de gas noble se convierte en el ion Na^+ .

ACTIVIDADES

1. ●● Escribe la configuración electrónica de los siguientes elementos:

- a) He ($Z=2$). d) Mg ($Z=12$).
b) O ($Z=8$). e) Cl ($Z=17$).
c) F ($Z=9$). f) Ar ($Z=18$).

2. ●● Escribe el ion que formarán los siguientes átomos:

- a) Li d) Al
b) F e) Cl
c) Na f) K

2 Formulación inorgánica

Del mismo modo que utilizamos las palabras para comunicarnos, en química recurrimos a las fórmulas para representar los compuestos. Estas fórmulas no son arbitrarias, sino que responden a unas reglas establecidas, reglas que han variado a lo largo del tiempo, desde la nomenclatura tradicional, pasando por la de Stock, hasta llegar a la establecida actualmente de forma universal llamada sistemática o IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada).

Antes de aprender a formular debemos estudiar los conceptos de valencia y número de oxidación:

Valencia

Es la capacidad que posee un elemento para combinarse con otro. El átomo de hidrógeno se toma como referencia, ya que tiene valencia 1. Así se define nuevamente la valencia como el número de átomos de hidrógeno que se puede combinar con un átomo de cualquier otro elemento.

Número de oxidación o de valencia

Es el número de electrones que un átomo puede captar o ceder (total o parcialmente) al formar un compuesto. Es negativo si gana electrones y positivo si los pierde.

En el siguiente sistema periódico aparecen los números de oxidación de los elementos más comunes.

1												13	14	15	16	17			
-1	+1											-3	+3	-4	+2	-3	+1	+5	-1
H												B	C	N	O	F			
+1	+2											+3	+4	+2	-2	+1			
Li	Be											Al	Si	P	S	Cl			
+1	+2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	+3	+4	+3	-2	-2	-1	+1	
Na	Mg				+2	+2	+4	+2	+2	+1	+2	-3	+3	-2	+2	+4	+6	+7	
					+3	+4	+6	+3	+3	+2	+2			As	Se	Br			
+1	+2																		
K	Ca				Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn								
+1	+2								+2	+1	+2		+2	-3	+3	-2	+2	+1	
Rb	Sr								Pd	Ag	Cd		Sn	Sb	Te	I			
+1	+2								+2	+1	+1		+2	+3					
Cs	Ba								Pt	Au	Hg		Pb	Bi					

1. EJERCICIO RESUELTO

Cloruro de sodio: NaCl
Fluoruro de hidrógeno: HF
Sulfuro de hidrógeno: H₂S
Sulfato de cobre (II): CuSO₄

Como regla general:

En cualquier fórmula química se escriben en primer lugar los elementos situados a la izquierda del sistema periódico estos elementos tienen tendencia a formar iones positivos o cationes, y en segundo lugar los situados a la derecha que son elementos que tienen tendencia a formar iones negativos o aniones.



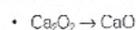
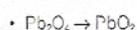
3 Compuestos binarios con oxígeno

3.1 Óxidos

Los óxidos son las combinaciones del oxígeno con otro elemento, metal o no metal. En estos compuestos el oxígeno siempre actúa con número de oxidación -2 .

Se formulan anteponiendo al símbolo del oxígeno el del elemento (metal o no metal) e intercambiando las valencias, que se colocan como subíndices, y simplificando siempre que sea posible.

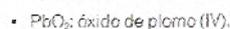
2. EJERCICIO RESUELTO



Nomenclatura

Stock: se nombran con la palabra *óxido* seguida del nombre del metal o no metal e indicando entre paréntesis el número de oxidación, en números romanos, solo en caso de tener más de un número.

3. EJERCICIO RESUELTO

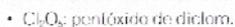


Sistemática: se nombran indicando el número de átomos de cada elemento con los prefijos *mono-*, *di-*, *tri-*, *tetra-*, etc.

4. EJERCICIO RESUELTO



Cuando no cause confusión, se suprime el prefijo *mono*; en este caso sería correcto decir óxido de calcio.



ACTIVIDADES

3. ●●● Formula:

- Óxido de plomo (II).
- Monóxido de cromo.
- Monóxido de cobre.
- Óxido de platino (IV).
- Óxido de estaño (II).
- Monóxido de estaño.
- Óxido de mercurio (I).
- Óxido de plata (I).
- Dióxido de carbono.

4. ●●● Nombra:

- Cr_2O_3
- Hg_2O
- CrO
- ZnO
- PtO
- Ni_2O_3
- SnO_2
- Br_2O_5
- SiO_2

PERÓXIDOS

Los peróxidos son las combinaciones del grupo *peroxo* O_2^{2-} con metales o con hidrógeno.

El ejemplo más común es el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) conocido como agua oxigenada.

4 Compuestos binarios con el hidrógeno

4.1 Hidruros metálicos

Los hidruros metálicos son las combinaciones del hidrógeno con un metal. En estos compuestos el hidrógeno siempre actúa con número de oxidación -1 .

Se formulan anteponiendo al símbolo del hidrógeno el del metal e intercambiando las valencias, que se colocan como subíndices.

5. EJERCICIO RESUELTO

- CaH_2
- PbH_4
- PtH_4
- CuH_2

Nomenclatura

Stock: se nombran con la palabra hidruro seguida del nombre del metal e indicando entre paréntesis el número de oxidación, en números romanos, solo en caso de tener más de un número de oxidación.

6. EJERCICIO RESUELTO

- CaH_2 : hidruro de calcio.
- PbH_4 : hidruro de plomo (IV).
- PtH_4 : hidruro de platino (IV).
- CuH_2 : hidruro de cobre (II).

Sistemática: se nombran indicando el número de átomos de hidrógeno con los prefijos *mono-*, *di-*, *tri-*, *tetra-*, etc., seguido del nombre del metal.

7. EJERCICIO RESUELTO

- CaH_2 : dihidruro de calcio.
- PtH_4 : tetrahidruro de platino.
- PbH_4 : tetrahidruro de plomo.
- CuH_2 : dihidruro de cobre.

ACTIVIDADES

- | | |
|---|---|
| <p>5. ●●● Formula:</p> <p>a) Tetrahidruro de estaño.</p> <p>b) Dihidruro de hierro.</p> <p>c) Dihidruro de cobre.</p> <p>d) Hidruro de hierro (III).</p> <p>e) Hidruro de plomo (II).</p> <p>f) Hidruro de calcio.</p> <p>g) Hidruro de sodio.</p> <p>h) Trihidruro de oro.</p> <p>i) Dihidruro de plata.</p> <p>j) Trihidruro de níquel.</p> <p>k) Hidruro de cobre.</p> | <p>6. ●●● Nombra:</p> <p>a) CrH_3</p> <p>b) CaH_2</p> <p>c) CuH_3</p> <p>d) CuH</p> <p>e) LiH</p> <p>f) CrH_6</p> <p>g) AgH_2</p> <p>h) LiH</p> <p>i) MgH_2</p> <p>j) FeH_2</p> <p>k) ZnH_2</p> |
|---|---|

4.2 Hidruros no metálicos

Los hidruros no metálicos son las combinaciones del hidrógeno con un no metal (halógenos, grupo 17, y anfígenos, grupo 16). En estos compuestos el hidrógeno siempre actúa con número de oxidación +1.

Se formulan anteponiendo al símbolo del no metal el del hidrógeno e intercambiando las valencias, que se colocan como subíndices.

8. EJERCICIO RESUELTO

- HCl
- H₂S
- HBr
- H₂Se

Nomenclatura

Sistemática: se nombran añadiendo el sufijo *-uro* al del nombre del no metal seguido de las palabras *de hidrógeno*.

9. EJERCICIO RESUELTO

- HCl: cloruro de hidrógeno.
- H₂S: sulfuro de hidrógeno.
- HBr: bromuro de hidrógeno.
- H₂Se: seleniuro de hidrógeno.

Tradicional: se nombran con la palabra *ácido* seguida del nombre del no metal acabado en *-hídrico*.

10. EJERCICIO RESUELTO

- HCl: ácido clorhídrico.
- H₂S: ácido sulfhídrico.
- HBr: ácido bromhídrico.
- H₂Se: ácido selenihídrico.

Algunos hidruros tienen nombres propios que todavía se utilizan:

Hidruro	Nombre propio
BH ₃	Borano
SiH ₄	Silano
NH ₃	Amoniaco
PH ₃	Fosfina
AsH ₃	Arsina
SbH ₃	Estibina
BiH ₃	Bismutina

Para facilitar la formulación de las sales es importante recordar el nombre de los siguientes aniones:

- F⁻: fluoruro
- Cl⁻: cloruro
- Br⁻: bromuro
- I⁻: yoduro
- S²⁻: sulfuro

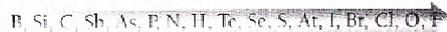
ACTIVIDADES

7. ●●● Formula:
- a) Ácido telurhídrico.
 - b) Ácido clorhídrico.
 - c) Yoduro de hidrógeno.
8. ●●● Nombra:
- a) H₂S
 - b) HBr
 - c) HI

5 Sales y otros compuestos binarios

Las sales binarias son la combinación de no metales con un no metal.

Si se combinan dos no metales, se considera el positivo aquel que está más a la izquierda en la siguiente lista:



Nomenclatura

Stock: para nombrar el compuesto se añade el sufijo *-uro* al nombre del elemento situado a la derecha, seguido del nombre del elemento que aparece a la izquierda e indicando su número de oxidación entre paréntesis y en números romanos, solo en el caso de que tenga más de un número de oxidación.

11. EJERCICIO RESUELTO

- PCl_5 : cloruro de fósforo (V).
- FeBr_2 : bromuro de hierro (III).

Sistemática: se nombran indicando el número de átomos de cada elemento con los prefijos *mono-*, *di-*, *tri-*, *tetra-*, etc., y añadiendo el sufijo *-uro* al nombre del elemento situado a la derecha de la fórmula.

12. EJERCICIO RESUELTO

- PCl_5 : pentacloruro de fósforo.
- FeBr_2 : tribromuro de hierro.

6 Hidróxidos

Los hidróxidos son los compuestos que resultan de la combinación de los metales con el ion hidróxido (OH^-). Se formulan con el símbolo del metal seguido del grupo OH e intercambiando las valencias.

Nomenclatura

Stock: se antepone la palabra *hidróxido* al nombre del metal, indicando su número de oxidación en números romanos y entre paréntesis.

13. EJERCICIO RESUELTO

- NaOH : hidróxido de sodio.
- Sn(OH)_2 : hidróxido de estaño (IV).

Sistemática: se nombran indicando el número de grupos OH con los prefijos *mono-*, *di-*, *tri-*, *tetra-*, etc., añadiendo a continuación el nombre del metal.

14. EJERCICIO RESUELTO

- NaOH : hidróxido de sodio.
- Sn(OH)_2 : tetrahidróxido de estaño.

ACTIVIDADES

9. ●●● Fórmula:

- a) Cloruro de bario.
- b) Tetrayoduro de estaño.
- c) Cloruro de calcio.
- d) Dicloruro de mercurio.

10. ●●● Nombra:

- a) PbCl_2
- b) CsCl
- c) AlF_3
- d) BaI_2

ACTIVIDADES

11. ●●● Fórmula:

- a) Dihidróxido de cobre.
- b) Dihidróxido de cinc.
- c) Hidróxido de platino (II).
- d) Hidróxido de cobre (II).

12. ●●● Nombra:

- a) Ni(OH)_2
- b) Al(OH)_3
- c) Fe(OH)_2
- d) CsOH

7 Oxoácidos

Los oxoácidos son compuestos terciarios formados por H, O y X (generalmente un no metal o metales como el Mn y el Cr), que responden a la fórmula general: $H_aX_bO_c$. El número de oxidación del hidrógeno es +1, el del oxígeno -2 y el del no metal se calcula a partir del número de oxígenos multiplicado por dos menos el número de hidrógenos, todo ello dividido por el número de átomos del no metal que aparece en la fórmula.

$$\text{Número de oxidación del } X_m = \frac{2c - a}{b}$$

Nomenclatura

Tradicional: en esta nomenclatura se nombran *anteponiendo* la palabra *ácido* al nombre del no metal con prefijos y sufijos para indicar su número de oxidación:

Número oxidación del no metal	Sufijos y prefijos	Fórmula del ácido
Números impares:		
+1	Hipo..... oso	HXO
+3	..... oso	HXO ₂
+5	..... ico	HXO ₃
+7	Per ico	HXO ₄
Números pares:		
+2	Hipo..... oso	H ₂ XO ₂
+4	..... oso	H ₂ XO ₃
+6	..... ico	H ₂ XO ₄

ACTIVIDADES

13. ●●● Fórmula:

- Oxoclorato (I) de hidrógeno.
- Trioxoyodato (V) de hidrógeno.
- Trioxonitrato (V) de hidrógeno.
- Ácido carbónico.
- Ácido sulfuroso.
- Ácido peryódico.
- Ácido dioxonítrico (III).

14. ●●● Nombra:

- HBrO₃
- HClO₄
- HClO₂
- HNO
- H₂CO₃
- HClO₃
- HIO

15. EJERCICIO RESUELTO

- H₂SO₃: ácido sulfuroso.
- HNO: ácido hiponitroso.

Stock: se utiliza la palabra *ácido* seguida de los prefijos *mono-, di-, tri-, tetra-*, etcétera, para indicar el número de átomos de oxígeno, terminados en *-oxo*, seguido del nombre del no metal con el sufijo *-ico* y el número de oxidación en números romanos y entre *paréntesis*.

16. EJERCICIO RESUELTO

- H₂SO₃: ácido trioxosulfúrico (IV).
- HNO: ácido monoxonítrico (I).

Sistemática: se utilizan los prefijos *mono-, di-, tri-, tetra-*, etc., para indicar el número de átomos de oxígeno, terminados en *-oxo*, seguido de la raíz del nombre del no metal terminado en *-ato*, e indicando el número de oxidación en números romanos y entre *paréntesis*. Se termina con las palabras *de hidrógeno*.

17. EJERCICIO RESUELTO

- H₂SO₃: trioxosulfato (IV) de hidrógeno.
- HNO: monoxonitrato (I) de hidrógeno.

8 Sales terciarias u oxisales

Las sales terciarias u oxisales son los compuestos que resultan de cambiar los hidrógenos de los oxoácidos por metales.

Nomenclatura

Tradicional: en esta nomenclatura se nombran sustituyendo del nombre del no metal (X), los sufijos *-oso* e *-ico* por *-ito* y *-ato*.

Número oxidación del no metal	Sufijos y prefijos en ácidos	Sufijos y prefijos en sales	Anión procedente del ácido
Números impares:			
+1	Hipo oso	Hipo ito	XO ⁻
+3	..... oso	..... ito	XO ₂ ⁻
+5	..... ico	..... ato	XO ₃ ⁻
+7	Per ico	Per ato	XO ₄ ⁻
Números pares:			
+2	Hipo oso	Hipo ito	(XO ₂) ²⁻
+4	..... oso	..... ito	(XO ₃) ²⁻
+6	..... ico	..... ato	(XO ₄) ²⁻

18. EJERCICIO RESUELTO

- ZnSO₃: sulfito de cinc.
- Cu(NO₂)₂: nitrito de cobre (II).
- FeSO₄: sulfato de hierro (II).
- Pb(NO₂)₂: nitrito de plomo (IV).
- CaCO₃: carbonato de calcio.
- AgClO: hipoclorito de plata.

Stock: se nombran igual que en la nomenclatura tradicional, pero se indica la valencia del metal entre paréntesis y con números romanos.

19. EJERCICIO RESUELTO

- ZnSO₃: sulfito de cinc.
- Cu(NO₂)₂: nitrito de cobre (II).
- FeSO₄: sulfato de hierro (II).
- Pb(NO₂)₂: nitrito de plomo (IV).
- CaCO₃: carbonato de calcio.
- AgClO: hipoclorito de plata.

Sistemática: se nombran igual que en los ácidos; solo se cambian las palabras de *hidrógeno* por el nombre del metal con la valencia entre paréntesis y con números romanos.

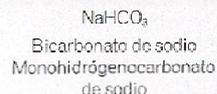
20. EJERCICIO RESUELTO

- ZnSO₃: trioxosulfato (IV) de cinc.
- Cu(NO₂)₂: dioxonitrato (III) de cobre (II).
- FeSO₄: tetraoxosulfato (VI) de hierro (II).
- AuNO: monoxonitrato (I) de oro (I).
- CaCO₃: trioxocarbonato (IV) de calcio.

SALES ÁCIDAS

Cuando los oxoácidos tienen más de un hidrógeno pueden formar aniones que conservan al menos un hidrógeno y dan lugar a sales ácidas.

Por ejemplo:



ACTIVIDADES

15. ●●● Formula:

- Hipoclorito de plata.
- Yodato de níquel (II).
- Carbonato de sodio.
- Clorato de níquel (III).
- Nitrato de cinc.
- Trioxosulfato (IV) de plomo (II).
- Trioxonitrato (V) de plata.

16. ●●● Nombra:

- CuSO₃
- Al₂(SO₄)₃
- ZnSO₃
- CaCO₃
- Pb(NO₂)₄
- KClO
- Na₂SO₄