



Máster en Formación del Profesorado

Especialidad en Física y Química

Didáctica de la Química

SECUENCIA DIDÁCTICA: PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS Y SUS ENLACES

Grupo 5:

Ana Fernández-Vegue Corrochano

Joseba Izaguirre Martija

María José Mena Trillo

Gonzalo Soria Martínez

Curso 2022-2023

Secuencia Didáctica “Propiedades de las sustancias y sus enlaces”

4º ESO

ASIGNATURA: FÍSICA Y QUÍMICA

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN A LA SECUENCIA	2
1. ANÁLISIS DEL CONTEXTO	4
1.1. CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO	4
1.2. EL TIEMPO COMO FACTOR LIMITANTE	4
1.3. EL CURRÍCULO ESCOLAR	4
2. ANÁLISIS DIDÁCTICO	7
2.1. CARACTERÍSTICAS ALUMNADO. CONCEPCIONES ALTERNATIVAS	7
2.2. SELECCIÓN DE CONTENIDOS	10
2.2.1 Análisis de los tipos de saberes básicos (contenidos)	10
2.3. RELACIÓN ENTRE LOS CONTENIDOS	13
3. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS	14
3.1. PRESUPUESTOS METODOLÓGICOS	14
3.2. DISEÑO Y SECUENCIA DE ACTIVIDADES	16
4. EVALUACIÓN	46
4.1. CRITERIOS	46
4.2. EVALUAR EN EL MARCO DE LAS COMPETENCIAS	47
5. RECURSOS DIDÁCTICOS	57
6. BIBLIOGRAFÍA	58
ANEXO 1: INDICADORES DE EVALUACIÓN	61
ANEXO 2: COMPETENCIAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN	62
Competencias específicas	62
Criterios de evaluación	63
ANEXO 3: UNA FIESTA MUY ELEMENTAL	65
ANEXO 4: RÚBRICA PARA LA EVALUACIÓN DE TRABAJOS DE INDAGACIÓN.	67

INTRODUCCIÓN A LA SECUENCIA

En esta Secuencia Didáctica se aborda el contenido de las propiedades de las sustancias y sus enlaces. Habitualmente, la enseñanza de la asignatura de Física y Química se realiza mediante clases magistrales donde únicamente se permite a los estudiantes memorizar los conceptos sin dejarlos participar, lo que contribuye a una pérdida de interés y de motivación por parte de los mismos, que acaban considerándola una materia complicada y sin utilidad en la vida cotidiana (Nakamatsu, 2012). No son capaces de relacionar aquello que les rodea con las estructuras microscópicas compuestas por átomos, moléculas y las interacciones entre ellas.

La propuesta de trabajo que se expone a continuación toma el enfoque de la perspectiva constructivista (Marín, Solano y Jiménez, 1999) donde se tienen en cuenta los conocimientos previos a partir de los que el individuo construye su propio conocimiento. Sitúa al alumno como partícipe activo en el proceso de aprendizaje, haciéndolo constructor de conocimiento mediante un proceso de transformación, organización, interpretación y comprensión del material. En este contexto, los materiales elaborados por el docente permitirán el aprendizaje y facilitarán que los estudiantes construyan sus modelos de desarrollo.

Se presenta una secuencia de actividades contextualizadas con las que se pretende llegar a un aprendizaje significativo, alejándonos de la simple memorización por parte de los alumnos, que no contribuye al verdadero aprendizaje.

En esta Secuencia Didáctica se trabajan los tres niveles conceptuales establecidos por Johnston para el aprendizaje de la química (Nakamatsu, 2012): el macroscópico (relacionado con los fenómenos observables, es sensorial, descriptivo), el microscópico (requiere capacidad de abstracción, ya que se basa en el estudio de los átomos y las moléculas, que no son observables) y el simbólico (en el que se fijan modelos, fórmulas y ecuaciones específicas para poder representar los modelos teóricos).

En esta secuencia se hace hincapié en los aspectos macroscópicos para después relacionarlos con los submicroscópicos para el estudio de las propiedades de la materia.

Partiendo de estos postulados constructivistas, esta Secuencia Didáctica primeramente identifica las concepciones alternativas de los alumnos de 4º de la ESO encontradas en la literatura consultada sobre las propiedades de la materia y sus enlaces. Posteriormente, fija los objetivos en una secuencia de actividades de enseñanza-aprendizaje.

Los principios que orientan esta Secuencia Didáctica se concretan en:

- Prestar especial atención a los modelos y la modelización en el desarrollo del tema (Gobert y Buckley, 2000).
- Utilizar inicialmente la observación macroscópica para después trasladarlo al nivel “microscópico o submicroscópico”.
- Comprender que las propiedades macroscópicas que se observan en una sustancia se relacionan con el enlace químico existente entre sus átomos.

1. ANÁLISIS DEL CONTEXTO

En la primera parte de esta Secuencia Didáctica se establece el contexto en el que se desarrollará la misma, las características del centro si se conocen, el número de sesiones en las que el alumno la trabajará, todo ello ajustado para cumplir con el contenido curricular establecido según la ley educativa actual.

1.1. CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO

Esta Secuencia Didáctica no está desarrollada dentro de una programación de un centro concreto, por lo que queda limitada la exposición de su contenido sin conocer las características del centro y del alumnado.

1.2. EL TIEMPO COMO FACTOR LIMITANTE

Para el desarrollo de esta Secuencia Didáctica se emplearán 14 sesiones de 50 minutos de duración (es el tiempo aproximado que se emplea en los centros educativos).

1.3. EL CURRÍCULO ESCOLAR

El contenido curricular de la Secuencia Didáctica se basa en los siguientes contenidos extraídos del BOCM (nº 176 26 de julio de 2022). Así, en primer lugar, se detallan los contenidos curriculares de esa secuencia didáctica formando parte de los mismos una sección correspondiente al bloque de Destrezas Científicas Básicas y otro al de La Materia.

Las Destrezas Científicas Básicas.

- Diseño del trabajo experimental y emprendimiento de proyectos de investigación: estrategias en la resolución de problemas mediante el uso de la experimentación y el tratamiento del error mediante la indagación, la deducción, la búsqueda de evidencias y el razonamiento lógico matemático, haciendo inferencias válidas de las observaciones y obteniendo conclusiones que vayan más allá de las condiciones experimentales para aplicarlas a nuevos escenarios.
- La investigación científica.
- Empleo de diversos entornos y recursos de aprendizaje científico, como el laboratorio o los entornos virtuales, utilizando de forma correcta los materiales, sustancias y herramientas tecnológicas y atendiendo a las normas de uso de cada espacio asegurando y protegiendo así la salud propia y comunitaria, la seguridad en redes y el respeto hacia el medio ambiente.

- Utilización adecuada del material de laboratorio e instrumentos de medida.
- Selecciona, comprende e interpreta la información relevante de un texto de divulgación científica.

La Materia.

- Configuración electrónica de los elementos y posición en la tabla periódica.
- Compuestos químicos: su formación, propiedades físicas y químicas y valoración de su utilidad e importancia en otros campos como la ingeniería o el deporte.
- El enlace químico: iónico, covalente y metálico.
- Compuestos químicos de especial interés.

La relación de estos contenidos o saberes con las competencias específicas y sus criterios de evaluación queda reflejada en la tabla 1. A su vez, las competencias y los criterios de evaluación para el curso en el que se inscribe esta secuencia didáctica vienen reflejadas en el anexo II: Competencias y criterios de evaluación.

Tabla 1. Relación de los saberes con las competencias específicas y sus criterios de evaluación (elaboración propia).

Competencia específica Descriptor Saberes/Criterios de evaluación	Competencia 1				Competencia 2			Comp. 3	Competencia 4				Competencia 5				Competencia 6	
	CCL1	STEM 2	STEM 4	CPSAA 4	CCL1	STEM 2	CPSAA 4	STEM 4	CCL2	STEM 4	CD 2	CPSAA 3	CCL 5	STEM 3	CD 3	CPSAA 3	STEM 2	CPSAA 4
	1.1	1.2	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.3	4.2	4.1	4.2	4.2	5.1	5.1	5.1	5.1	6.1	6.2
A) Destrezas científicas básicas																		
Diseño del trabajo experimental y emprendimiento de proyectos de investigación.	X	X	X		X	X		X					X	X	X			
Empleo de diversos entornos y recursos de aprendizaje.	X	X	X		X	X		X					X	X	X			
La investigación científica.	X	X	X		X	X		X					X	X	X			
Utilización adecuada del material de laboratorio.	X	X	X		X	X		X					X	X	X			
Selecciona, comprende e interpreta la información relevante de un texto divulgativo.	X		X	X	X		X		X	X								
B) La Materia																		
Configuración electrónica de los elementos y posición en la tabla periódica.	X		X	X	X		X		X	X	X							
Compuestos químicos: su formación, propiedades físicas y químicas.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
El enlace químico: iónico, covalente y metálico.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Compuestos químicos de especial interés.		X	X	X		X	X										X	X

¹ En la columna de la izquierda se exponen los contenidos curriculares para esta secuencia didáctica (destrezas científicas básica y de la materia). Estas se relacionan con las competencias de Física y Química para 4º E.S.O. y algunos de los descriptores asociados, especificados en la fila superior.

2. ANÁLISIS DIDÁCTICO

En este apartado de la Secuencia Didáctica se exponen las características generales del alumnado del nivel en que se desarrolla. Así pues, se identifican los conocimientos o ideas con los que parten y aquellos que se deben alcanzar tras desarrollar la Secuencia Didáctica.

2.1. CARACTERÍSTICAS ALUMNADO. CONCEPCIONES ALTERNATIVAS

En este apartado se recopilan las principales concepciones alternativas de los alumnos de la asignatura de Física y Química de 4º de la ESO, recogidas en la literatura consultada, sobre conceptos como los diferentes tipos de enlaces y cómo estos influyen en las propiedades macroscópicas de las sustancias.

El análisis de las concepciones alternativas es fundamental para los docentes, ya que les permite caracterizar a los estudiantes e identificar qué concepciones se dan entre ellos para así adaptar su forma de guiarlos en la adquisición de conocimiento, y para el alumnado, ya que les hace ser conscientes de sus ideas.

Las diferentes concepciones alternativas se han agrupado en aquellas relacionadas con las propiedades de las sustancias y en función de los tipos de enlace.

- En la tabla 2 se muestran las concepciones alternativas relacionadas con las propiedades de las sustancias y su estructura.

Tabla 2. Concepciones alternativas relacionadas con las propiedades de las sustancias y su estructura.

Ideas Científicas	Concepciones alternativas	Bibliografía
Los elementos constituyentes tienen propiedades diferentes al compuesto formado.	Se atribuyen a los compuestos las propiedades de sus elementos constituyentes.	Levy et al. (2004)
En los compuestos iónicos la presión no determina la forma ni el empaquetamiento, esto solo ocurre en los compuestos	La presión influye en la forma y el empaquetamiento de los compuestos iónicos.	Coll et al. (2001)

metálicos.		
Cuando una sustancia cambia de forma se rompen los enlaces intermoleculares.	Los enlaces covalentes se rompen cuando una sustancia cambia de forma.	Peterson et al. (1989)
El punto de fusión depende de las fuerzas intermoleculares, no de las propiedades macroscópicas.	La diferencia en los puntos de fusión de las sustancias se debe a otras propiedades macroscópicas como la densidad.	De Posada (1993)

- En las tablas 3, 4 y 5 se muestran las concepciones alternativas relacionadas con el enlace covalente, iónico y metálico, respectivamente.

Tabla 3. Concepciones alternativas relacionadas con el enlace covalente.

Ideas Científicas	Concepciones alternativas	Bibliografía
El enlace covalente es un enlace fuerte.	El enlace covalente intramolecular es de naturaleza débil.	Coll y Taylor (2001)
En un enlace covalente polar, los electrones se comparten de forma no equitativa entre los átomos.	Todos los enlaces covalentes comparten equitativamente los pares electrónicos.	Peterson et al. (1989)
La polaridad de un enlace se debe a la diferencia de electronegatividad entre los átomos enlazados.	La polaridad de un enlace depende del número de electrones de valencia que en cada átomo están involucrados en el enlace.	Peterson et al. (1989)
La electronegatividad determina la polaridad del enlace.	La carga iónica determina la polaridad del enlace.	Peterson et al. (1989)
La geometría molecular viene	La forma de una molécula viene	Birk y Kurtz (1999)

determinada por la posición de los pares de electrones de forma que se minimicen las repulsiones.	determinada por repulsiones equivalentes entre enlaces (pares enlazantes).	
Las repulsiones electrónicas entre los pares de electrones determinan la forma molecular.	La polaridad del enlace determina la forma de una molécula.	Peterson et al. (1989)
La polaridad de una molécula depende de la presencia de enlaces polares y de si la suma vectorial de sus dipolos de enlace no es igual a cero.	Las moléculas no polares sólo se forman cuando los átomos constituyentes tienen electronegatividad similar.	Birk y Kurtz (1999)

Tabla 4. Concepciones alternativas relacionadas con el enlace iónico.

Ideas Científicas	Concepciones alternativas	Bibliografía
El enlace iónico se forma cuando uno o más electrones se transfieren de un átomo a otro.	El enlace iónico es la atracción entre un ion con carga positiva y uno con carga negativa.	Taber (1997)
No se establecen enlaces permanentes por compartición de electrones entre dos átomos. No hay pues un grupo de átomos formando una molécula.	Los compuestos iónicos existen como moléculas discretas.	Barker (2000)
El enlace iónico es un enlace fuerte.	El enlace iónico es un enlace débil.	Coll Taylor (2001)

Tabla 5. Concepciones alternativas relacionadas con el enlace metálico.

Ideas Científicas	Concepciones alternativas	Bibliografía
La fortaleza del enlace metálico es muy variable, se relaciona con los puntos de ebullición.	El enlace metálico es un enlace débil.	Coll y Taylor (2001)
Las redes metálicas contienen iones metálicos positivos y electrones deslocalizados.	Las redes metálicas contienen átomos neutros.	Coll y Taylor (2001)
El yodo molecular es de naturaleza covalente.	El yodo molecular es de naturaleza metálica.	Coll y Taylor (2001)
En el enlace metálico los electrones de valencia más externos de los átomos son compartidos por muchos átomos circundantes y de este modo, en general, el enlace metálico no resulta direccional.	El enlace metálico contiene una característica de direccionalidad.	Coll y Taylor (2001)

Con estas concepciones alternativas, se puede observar que los alumnos presentan dificultades para relacionar los niveles macroscópico y microscópico de la química, y por tanto, para llegar a comprender y relacionar las propiedades macroscópicas de las sustancias con el tipo de unión que presentan las partículas (átomos, iones y moléculas) a nivel microscópico. Uno de los conceptos alternativos que se repite con mayor frecuencia es la idea de que consideran que las sustancias iónicas son moléculas.

2.2. SELECCIÓN DE CONTENIDOS

En este apartado seleccionamos los contenidos para la Secuencia Didáctica. Estos contenidos están relacionados con las competencias.

2.2.1 Análisis de los tipos de saberes básicos (contenidos)

Los contenidos o saberes básicos se distribuyen en las tres categorías asumidas en el Modelo para la elaboración de las unidades didácticas:

- Conocimientos: *El alumno tiene que saber que...*

- Capacidades: *El alumno tiene que ser capaz de...*
- Actitudes: *El alumno debe aprender a...*

En el caso concreto de esta secuencia didáctica, se incluyen entre paréntesis los indicadores para conocimientos, capacidades y actitudes correspondientes, quedaría tal y como aparece en la tabla 6:

Tabla 6. Conocimientos, capacidades y actitudes a desarrollar en la secuencia didáctica.

Conocimientos El alumno debe saber que ...	Capacidades El alumno tiene que ser capaz de...	Actitudes El alumno debe aprender a...
Los contenidos anteriormente trabajados en relación a la materia (C1). Entender que las sustancias poseen distintas propiedades y saber caracterizar estas propiedades centrándonos en la conductividad eléctrica, puntos de fusión/ebullición y solubilidad. (C2) y (C3)	Entender e interpretar la información de distintas tablas de datos de diversas propiedades de la materia (puntos de fusión o ebullición, solubilidad y conductividad eléctrica) con el objeto de clasificar y entender las propiedades de la sustancia. (A2)	
Las moléculas según la naturaleza de los elementos que las constituyen forman distintos tipos de enlace. (C2) (C3).		
Conocer la naturaleza de los distintos enlaces (iónico, covalente y metálico). lo que ocasiona la existencia de propiedades comunes entre las sustancias. (C1) (C4).	Explicar, identificar y caracterizar algunas propiedades de una sustancia entendiendo y conociendo cualitativamente los distintos modelos de enlaces atómicos. (A4) y (A1) Determinar la relación entre algunas propiedades de la materia y sus enlaces (puntos de fusión/ebullición, solubilidad y conductividad eléctrica) (R3)	
Utilizar un aparato de medida para determinar las propiedades de la sustancia: conductividad, punto de fusión y solubilidad. Hacer una tabla de recopilación de datos. (C4)	Identificar las propiedades de una sustancia a través del razonamiento científico: plantear problemas, formular hipótesis y extraer conclusiones. Además, ser capaz de exponer estas conclusiones en un informe	Conservar y cuidar el material del laboratorio respetando las normas de seguridad. Aceptar que las conclusiones se derivan de los datos empíricos y valorar la importancia de tomar medidas con una buena

	<p>final, así como establecer una adecuada comunicación y colaboración con los compañeros (CO1) (R)</p> <p>Saber identificar las propiedades de una sustancia a través de técnicas experimentales, empleando adecuadamente los instrumentos de medida. (R2)</p>	<p>precisión. Integrarse y cooperar en un proyecto colectivo y asumir que la redacción de un informe es un requisito del proceso de aprendizaje. (Ac2)</p>
--	---	--

2.3. RELACIÓN ENTRE LOS CONTENIDOS

El siguiente esquema (figura 1) da una visión general de los contenidos conceptuales que se abordarán en la Secuencia Didáctica:

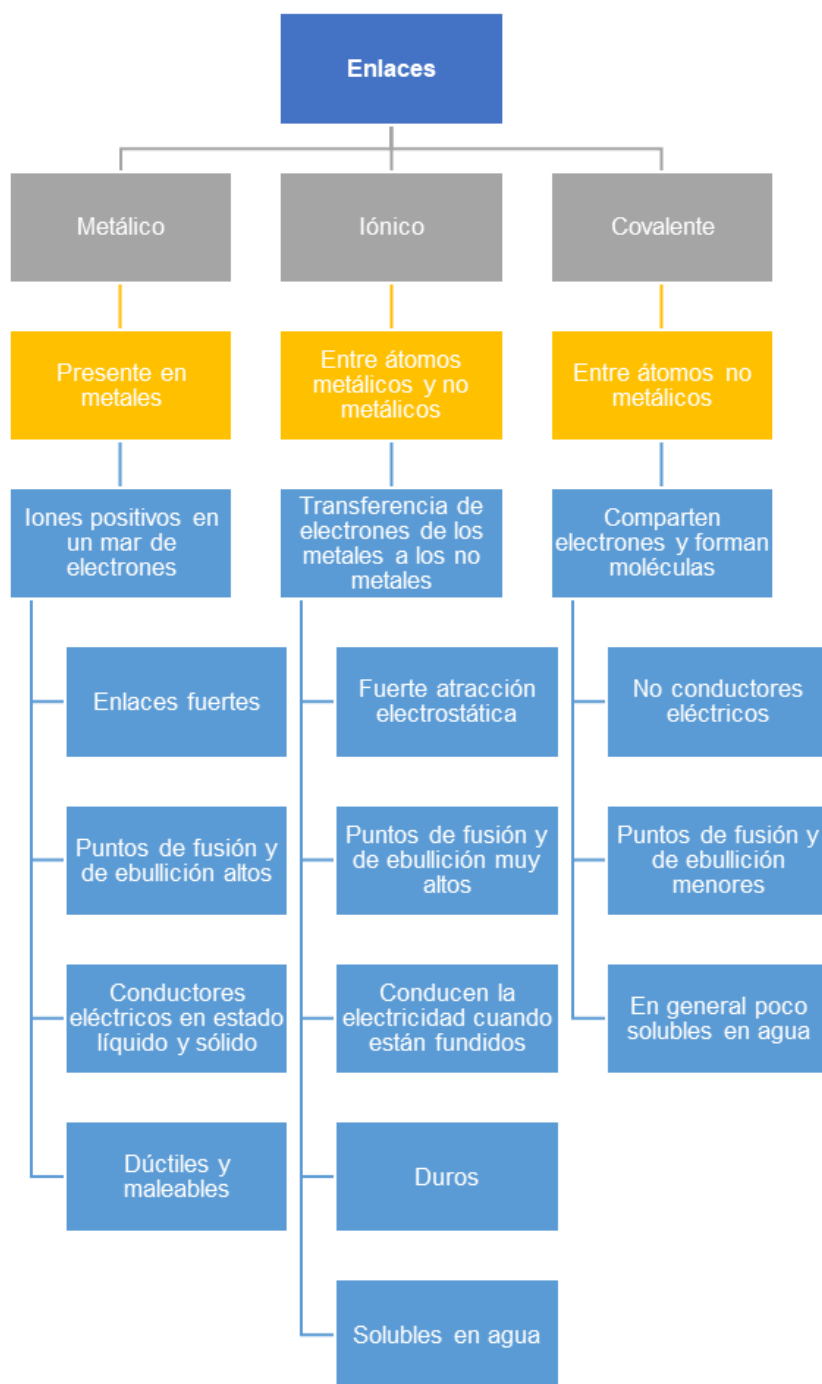


Figura 1. Relación esquemática de los contenidos de la secuencia didáctica

3. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

En cuanto a las estrategias didácticas, se tendrán en cuenta varios aspectos como los presupuestos metodológicos, el diseño y la secuencia de las actividades que se elaborarán.

3.1. PRESUPUESTOS METODOLÓGICOS

Según el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria (BOE de 30 de marzo de 2022), los centros elaborarán sus propuestas pedagógicas para todo el alumnado de esta etapa atendiendo a su diversidad. Asimismo, arbitrarán métodos que tengan en cuenta los diferentes ritmos de aprendizaje del alumnado, favorezcan la capacidad de aprender por sí mismos y promuevan el trabajo en equipo. Presentándose atención especial a la adquisición y desarrollo de las competencias establecidas en el Perfil de salida del alumnado al término de las enseñanzas básicas. Se dedicará tiempo para la realización de proyectos significativos y relevantes y a la resolución colaborativa de problemas, reforzando la autoestima, la autonomía, la reflexión y la responsabilidad (pág. 8).

De forma más específica, en la Orden EFP/754/2022, de 28 de julio, por el que se establece la ordenación de la Educación Secundaria Obligatoria (BOE de 5 de agosto de 2022) se recoge un apartado sobre Orientaciones metodológicas y para la evaluación (pág.114268):

*“En la materia de Física y Química **se espera que el alumnado aprenda a reconocer, aplicar e interiorizar la manera en la que la ciencia logra explicar los hechos y fenómenos observados.** El enfoque competencial significa que el alumnado **tiene que «hacer para aprender»**, lo que le permitirá ser agente activo en la construcción de su conocimiento. La metodología que el profesorado implemente en el aula será la clave para lograr que las competencias específicas sean alcanzadas por el alumnado, es decir, que el desarrollo del currículo culmine con éxito.*

*El **planteamiento didáctico** que se pretenda emplear en esta materia **debe tener en cuenta tres factores.** En **primer lugar, la singularidad de cada una de las personas** que componen el grupo con el que se va a trabajar, tanto a nivel personal como de su contexto social y familiar. En **segundo lugar, el nivel competencial de partida** del alumnado para poder diseñar situaciones de aprendizaje que sean significativas y útiles. En **tercer y último lugar, el diseño de una programación didáctica** que recoja la intención de cada una de las metodologías que se empleen **para lograr un aprendizaje significativo que redunde en la mejora competencial del alumnado.***

[..] Las competencias específicas serán las que orienten la acción docente, mientras que las

situaciones de aprendizaje serán diseñadas en función de estas, porque son el conjunto de conocimientos, destrezas y actitudes que debemos trabajar con el alumnado para conseguir alcanzar las competencias específicas.

El nivel de desarrollo de las competencias clave descrito en el Perfil de salida del alumnado al término de la enseñanza básica, al que contribuyen las competencias específicas de la materia, se ha de alcanzar al finalizar la etapa, por lo que la distribución de los criterios de evaluación y saberes básicos entre el segundo y tercer curso es necesaria para que los alumnos y alumnas puedan adquirir y mejorar las competencias de manera progresiva. Es necesario que los saberes que hacen referencia a destrezas y actitudes sean tenidos en cuenta en ambos cursos, al igual que los criterios de evaluación asociados a ellos. Sin embargo, podemos hacer una distribución de los saberes básicos referidos a conocimientos con la intención de evitar que sean repetitivos en ambos cursos y que puedan desmotivar al alumnado. Otra forma de hacerlo es programar la materia con una gradación adecuada que permita la progresión en la dificultad y exigencia en el aprendizaje del alumnado”.

La forma de trabajar en el aula para esta Secuencia Didáctica estará de acuerdo con los principios establecidos en la introducción. Se basa en la formación de conocimiento por medio del modelo constructivista, en concreto de la *Teoría del cambio conceptual*, partiendo de la identificación de las concepciones alternativas de los alumnos para que sean conscientes de sus ideas y proporcionando un punto de partida para el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte del profesorado (Marín, Solano y Jiménez, 1999).

Se limitarán las exposiciones informativas a únicamente las necesarias y se basará en actividades que deben realizar los alumnos. De esta forma, se pretende fomentar el trabajo individual y grupal, el debate y la exposición de las ideas, haciendo las clases dinámicas para evitar el desinterés por parte de los alumnos.

En lo respectivo al estudiante, esta forma de aprendizaje supone un mayor esfuerzo, ya que serán los responsables de realizar las actividades, redactar y argumentar sus ideas o conclusiones, escribir sobre los experimentos realizados, trabajar a la vez los niveles práctico y teórico para hacer el aprendizaje significativo y dinámico (Nakamatsu, 2012).

Por ello, la secuenciación de las actividades a desarrollar por el alumnado será sumamente importante puesto que serán las que organicen el desarrollo de los contenidos y permitan el aprendizaje, abordando los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudes.

En la siguiente sección se incluyen ordenadas las actividades propuestas para esta Secuencia Didáctica, cada una con una orientación para el profesor incluyendo la resolución de las mismas.

3.2. DISEÑO Y SECUENCIA DE ACTIVIDADES

Para conseguir que los alumnos construyan el concepto de “enlace químico” y lo relacionen con el concepto de “propiedades de las sustancias” según el tipo de enlace, se desarrollarán diferentes actividades, dependiendo de la fase de aprendizaje en la que se encuentren los alumnos. En concreto, se plantean 7 actividades, que se pueden diferenciar en actividades de iniciación, otras de reestructuración de ideas y, finalmente, de aplicación de las nuevas ideas, como se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Tipos de actividades desarrolladas en la secuencia didáctica

Tipo de actividad	Número de actividad
De iniciación	1, 2
De reestructuración de las ideas	3, 4
De aplicación de las nuevas ideas	5, 6 y 7

La Secuencia didáctica se inicia planteando su Objetivo:

«En primer lugar, identificamos nuestros conocimientos previos como base para la construcción de los conocimientos a nivel macroscópico, relacionado con las propiedades de las sustancias y microscópico relativos a los enlaces que constituyen las moléculas».

Con el desarrollo de las actividades se pretende resolver las siguientes preguntas:

¿Existen algunas propiedades comunes a ciertas sustancias? ¿Qué hace que estas sustancias tengan esa propiedad diferente a otras sustancias? ¿Si hay propiedades comunes, existe una estructura interna común a todas ellas?

A continuación, se recoge la secuencia de actividades.

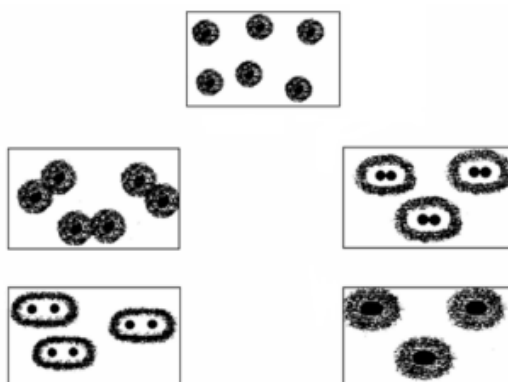
ACTIVIDAD 1
Cuestionario sobre ideas previas

1. Supón por un momento que tienes una botella llena de átomos de oxígeno gas (en el recipiente no hay ni una sola molécula). Haz un dibujo a escala atómica de dichos átomos. Justifica si serán estables o no. ¿Qué les puede ocurrir? (De Posada, 1999).

2. Representa diez partículas desde el punto de vista atómico de cada una de las siguientes sustancias en condiciones ambientales ordinarias: (De Posada, 1999)

- KCl
- HCl
- Ca

3. Si colocas en un recipiente átomos de un mismo elemento como se representa en la figura, en donde cada esfera representa a un átomo y el círculo negro central, el núcleo. ¿Cuál es la mejor representación luego de haberse unido químicamente? (Lazo, 2013)



4. Si tenemos un diagrama como el de la figura, en la cual A representa a átomos de un elemento y B a átomos de otro elemento, luego la representación inicial sufre una reacción química. ¿Cuál o cuáles crees que representa mejor la situación final antes señalada? (Lazo, 2013)



Con respecto a la pregunta anterior, ¿qué crees que ocurrió en la(s) representación(es) final(es)?

- a. Reordenamiento de los átomos
- b. Enlace químico
- c. Reordenamiento de los átomos y enlace químico

Orientaciones didácticas: la resolución de estas cuestiones aparece en la actividad 5 de la prueba de control. Las cuestiones 1,2,3,4 de la prueba inicial de concepciones previas se corresponden con la 7,8,10 y 11 de la actividad 5 de evaluación, respectivamente.

ACTIVIDAD 2

Propiedades de las sustancias

Como se ha visto en la anterior secuencia didáctica, en los cambios químicos se produce la ruptura de uniones entre los átomos de los reactivos para formar otras nuevas en los productos, los cuales son sustancias con propiedades diferentes a las de partida (los reactivos).

¿Qué relación existe entre las uniones y las propiedades de las sustancias?

Resolución de la situación problemática a través del modelo MRPI.

Orientación didáctica: Los estudiantes previamente a esta actividad han estudiado lo que es un cambio físico y un cambio químico. Para la representación del cambio químico han realizado un modelo de bolas. En el que, empleando palillos y plastilina, se representa la estructura de las moléculas. Esto les permite romper las uniones (enlaces) entre los átomos y formar otras nuevas. Es decir, los alumnos ya conocen los modelos de la teoría cinético-molecular y el atómico de Dalton para la modelización.

La MRPI es un método de indagación, en la que el alumno trabaja en grupos cooperativos, enfrentándose a situaciones problemáticas abiertas que reformulan y definen con precisión, identificando lo que saben y lo que necesitan saber, enunciando y contrastando soluciones alternativas y decidiendo cómo proceder para llegar a una posible solución. (Pavón Martínez y Martínez-Aznar, 2014), por lo que resulta bastante útil para el desarrollo del conocimiento científico en las aulas.

Para la fase de modelización y análisis de los resultados, disponemos del documento 4. En el que se orienta a los alumnos a establecer esas relaciones entre el nivel macroscópico de las sustancias (las propiedades) y su nivel microscópico (los enlaces) mediante un proceso de andamiaje.

DOCUMENTO 1 PARA LA ACTIVIDAD 2

MODELO INVESTIGATIVO PARA LA RESOLUCIÓN DE SITUACIONES PROBLEMÁTICAS (MRPI)

El modelo debe contener los siguientes apartados, realizados antes, durante y después de

su desarrollo experimental en el laboratorio.

REPRESENTACIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

1. Análisis cualitativo de la situación problemática

- 1.1. Comprensión y representación de la situación (marco teórico de referencia)
- 1.2. Reformulación del problema en términos operativo
- 1.3. Restricción de condiciones

2. Emisión de hipótesis

Emisión de hipótesis acerca de los factores que puedan determinar la propiedad buscada.

RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA

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

- 3.1. Identificación y control de variables
- 3.2. Determinación de las magnitudes a medir, de los datos, materiales y aparatos requeridos para la solución de la situación problemática
- 3.3. Representación gráfica o esquemática del diseño
- 3.4. Toma de decisiones para la resolución del problema

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

Llevar a cabo el diseño

Descripción del proceso seguido: las observaciones, las medidas, el registro de datos, etc.

ANÁLISIS DEL PROBLEMA

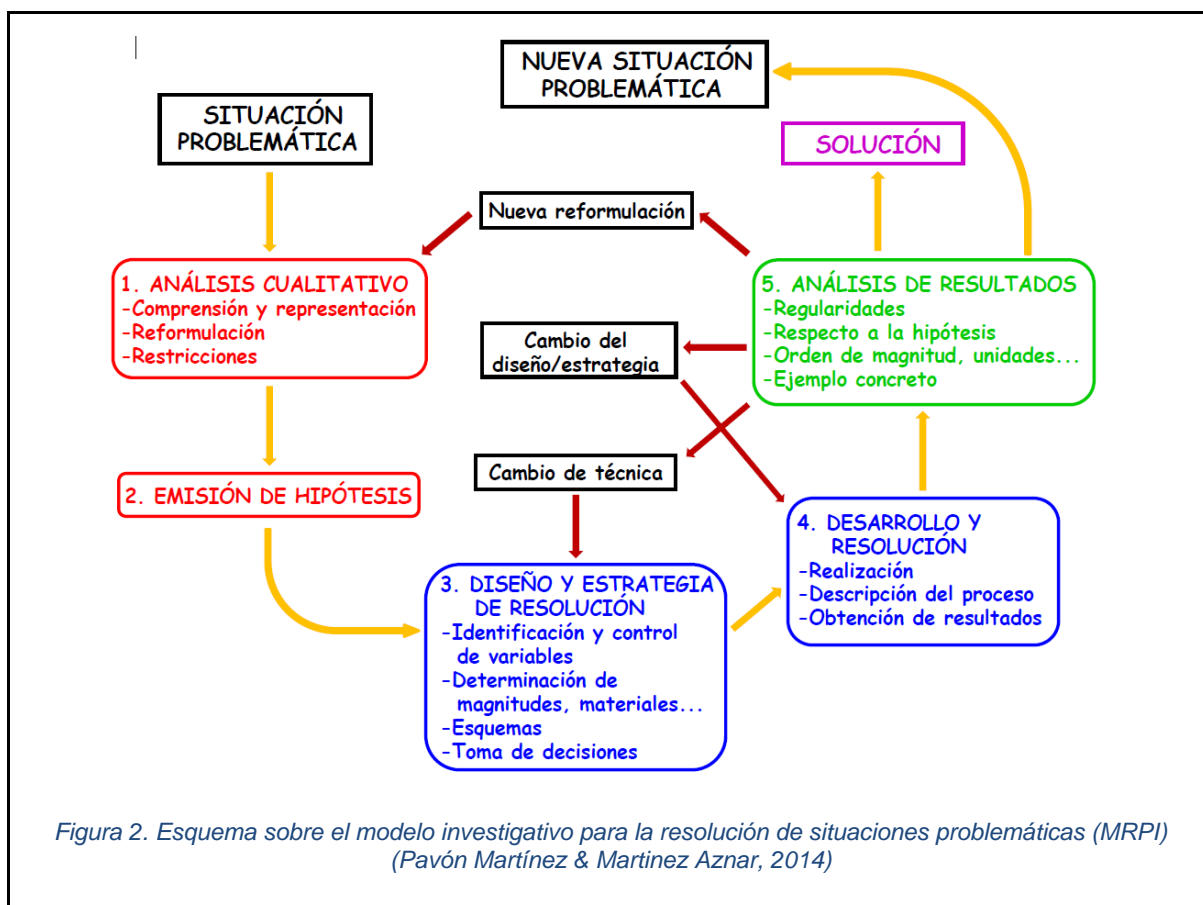
5. Análisis de resultados

Búsqueda de regularidades en los datos

Interpretación de resultados a la luz de las hipótesis y del marco teórico utilizado

Ejemplo concreto

La figura 2 representa esquemáticamente los pasos que se deben llevar a cabo para la resolución de situaciones problemáticas según el modelo indagativo.



DOCUMENTO 2 PARA LA ACTIVIDAD 2

NORMAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

1. Evita llevar el pelo largo sin recoger, ni bufandas, o pañuelos que puedan engancharse o provocar incidencias.
2. Recuerda que las sortijas, pulseras, etc., pueden estropearse o mancharse si les cae o salpica algún producto. Tampoco tengas sobre la mesa de trabajo los libros, carpetas, mochilas, abrigos, bolsos, etc.
3. No comas nunca en el laboratorio y lávate las manos durante el trabajo, cuando sea necesario, y siempre antes de abandonar el laboratorio.
4. Utiliza una bata o delantal y gafas de seguridad para protegerte.
5. Mantén el laboratorio bien ventilado y utiliza la vitrina siempre que sea necesario. Ten siempre las mesas limpias.
6. Nunca toques instalaciones o aparatos eléctricos con las manos húmedas.
7. Limpia todo el material, de forma adecuada, después de usarlo. Deja el material y

los productos en su sitio.

8. Cuando entres en el laboratorio por primera vez, identifica la puerta de emergencia y los extintores. En caso de incendio, no utilices agua, podría avivar la llama.
9. No tires residuos o productos sólidos por las pilas, utiliza la rejilla de la pila y límpiala luego. Si viertes sustancias corrosivas, deja correr el agua antes para que se diluyan.
10. No inhalar vapores o gases. Si fuese preciso, mantén la botella alejada de tu nariz y agita la mano de atrás hacia adelante para apreciarlos.
11. Nunca pipetees succionando con la boca, utiliza una perilla o propipeta.
12. Para cambiar de lugar las botellas, cógelas por su fondo, nunca por el cuello o tapón.
13. Cuando utilices frascos de productos, el tapón (exterior e interior) debe dejarse boca arriba sobre la mesa y para extraer la cantidad necesaria utiliza una espátula limpia, nunca se puede devolver producto sobrante.
14. Lee atentamente las etiquetas de los productos y los símbolos de seguridad para conocer las precauciones que debes considerar en su manipulación.
15. Recuerda que no se pueden calentar los recipientes directamente a la llama y sólo los de material específico (por ejemplo, vidrio Pyrex). De cualquier forma, no se pueden someter los recipientes a cambios bruscos de temperatura. Debes utilizar el trípode y la rejilla de amianto o un baño de agua, aceite o arena. Los tubos de ensayo se deben sujetar con pinzas, ligeramente inclinados (orientados hacia donde no haya nadie, ni hacia tu rostro) y acercando y separándolos de la llama. Utiliza bayetas para retirar los objetos calientes, y déjalos enfriar en lugar apartado, así se evitan quemaduras.
16. Nunca mires de cerca ni por encima de un recipiente que se está calentando.
17. No acerques productos inflamables a las fuentes de calefacción.
18. Los mecheros de alcohol, no se pueden desplazar encendidos y se apagan tapándolos. Los labogas, o mecheros, no pueden tener llama de color amarillo, eso indicaría que la combustión es incompleta y se está produciendo CO que es altamente tóxico. La llama debe tener una zona superior casi incolora, que es la caliente o oxidante y una zona cercana al mechero de color azul que se llama reductora y es fría.
19. Recuerda que nunca puedes trabajar si el profesor no está presente en el aula laboratorio.

DOCUMENTO 3 PARA LA ACTIVIDAD 2

El alumno _____ del curso _____.

Confirmando haber leído y comprendido el documento de "Normas de seguridad en el laboratorio" y me comprometo a cumplirlas en todas las actividades que se desarrollen en el mismo.

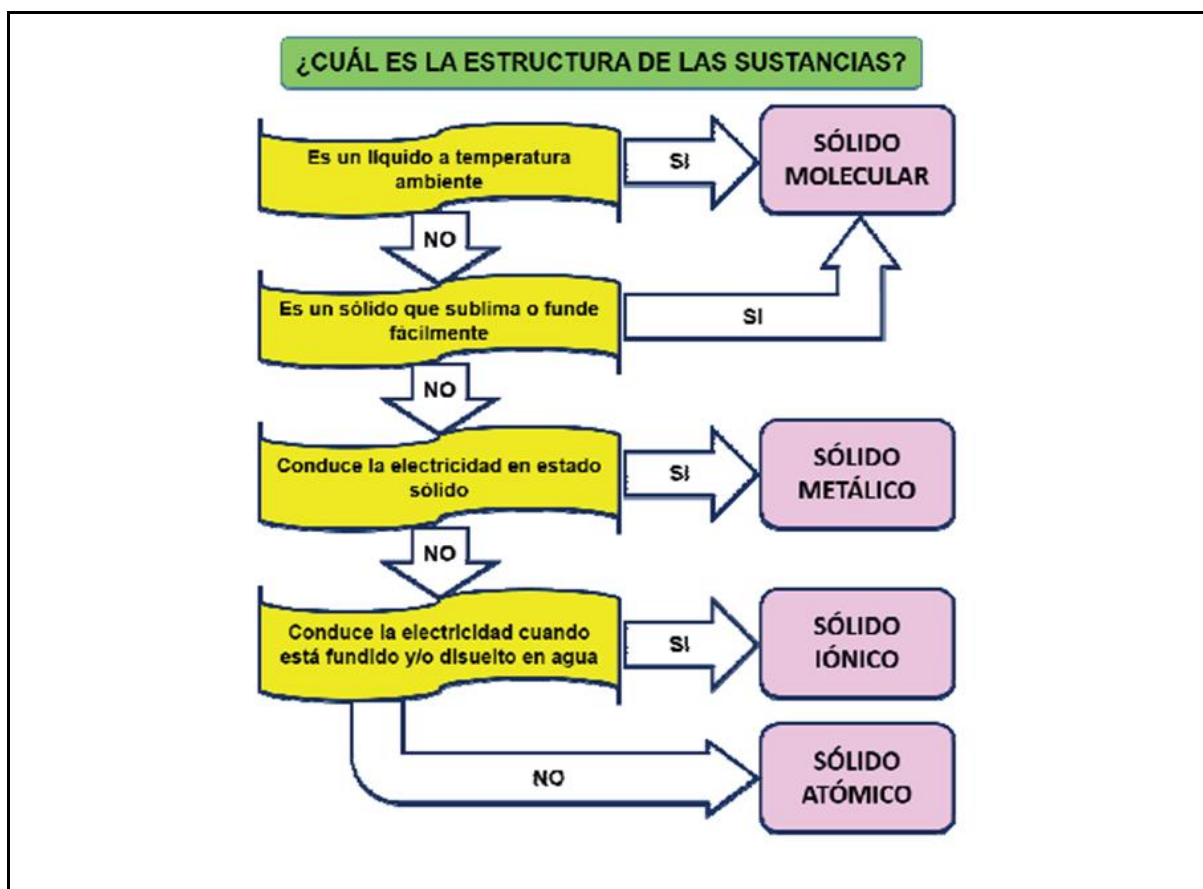
Fecha y lugar:

Firma:

DOCUMENTO 4 PARA LA ACTIVIDAD 2

**“Las sustancias empleadas parecen exhibir distintos comportamientos ¿Por qué?
¿Existe una conexión entre su estructura y estos datos? ¿Qué es lo que se ha
modificado?”**

Te puedes ayudar del siguiente diagrama de flujo para conocer la estructura microscópica de las sustancias a partir de las propiedades observadas. (González-Felipe, 2018)



Orientaciones didácticas: Para la fase de modelización y análisis de los resultados, disponemos del documento 4. En el que se orienta a los alumnos a establecer esas relaciones entre el nivel macroscópico de las sustancias (las propiedades) y su nivel microscópico (los enlaces) mediante un proceso de andamiaje.

ACTIVIDAD 2 - RESOLUCIÓN

MODELO INVESTIGATIVO PARA LA RESOLUCIÓN DE SITUACIONES PROBLEMÁTICAS (MRPI)

Disponemos de las sustancias A, B, C. ¿Cómo podemos determinar el tipo de unión de las sustancias?

Resolución de la situación problemática a través del modelo MRPI.

En el laboratorio se dispone del equipo necesario para que determinen las siguientes propiedades: temperatura de fusión, solubilidad y conductividad eléctrica, y cualquier otro material que los estudiantes deseen.

REPRESENTACIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

1. Análisis cualitativo de la situación problemática

En primer lugar, se realizará el análisis cualitativo de la situación problemática dada, donde se expondrán los términos abordados en la situación problemática, la reformulación del problema y la restricción de condiciones.

1.1. Comprensión y representación de la situación (marco teórico de referencia).

Para comprender términos que aparecen en la pregunta de la situación problemática debemos conocer el concepto de:

Sustancia química: Una sustancia química es una clase particular de materia cuya composición es fija y químicamente definida, por lo que los átomos que la forman sólo pueden aparecer en proporciones fijas (Kresisch, 2016).

Las sustancias químicas están formadas por **átomos enlazados**; sólo los gases nobles son elementos muy poco reactivos, es decir, con muy poca tendencia a unirse consigo mismo o con otros elementos. Para formar estas sustancias, los átomos ponen en juego una serie de fuerzas, globalmente atractivas, que posibilitan **la unión estable** de unos con otros. (IES Padre Manjón, 2018)

Las uniones (enlaces) entre átomos se realizan a través de fuerzas de atracción eléctricas entre los electrones de cada uno de ellos y los núcleos de los otros. Decimos que el **enlace químico** es la unión de dos o más átomos de forma estable para formar una sustancia química. Pauling define un enlace químico como cualquier tipo de interacción que mantenga unidos entre sí a los átomos de la misma o distinta clase, a los iones, o incluso a las mismas moléculas. (McGraw Hill, 2021)

Clasificamos los enlaces en tres tipos atendiendo a las **propiedades** de las sustancias formadas. Podemos predecir el tipo de enlace que se dará entre dos átomos fijándonos en el carácter metálico o no de los elementos que lo forman.

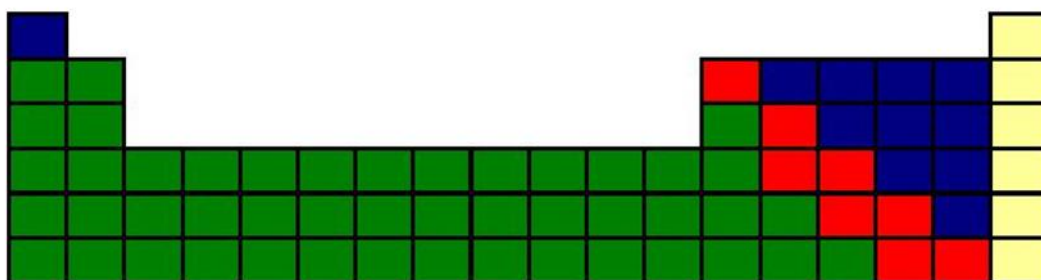


Figura 3. Representación de los metales, no metales y semimetales en la tabla periódica

Consideramos como metales (color verde) los que tienen tendencia a perder electrones y no metales (color azul) los que tienden a ganarlos. Esa ganancia o pérdida de electrones será la forma de conseguir la estabilidad de una capa completa. Nos quedarían los semimetales (color rojo) con ambos posibles comportamientos. Finalmente encontramos los gases nobles (color amarillo), que no presentan tendencia a ganar ni a perder electrones

como se observa en la figura 3. (Mondéjar López, 2020)

En la tabla presentamos todas las combinaciones posibles para obtener los tres tipos de enlace químico entre átomos: iónico, covalente y metálico.

Tabla 8. Tipo de enlace químico que pueden formar la combinación de elementos.

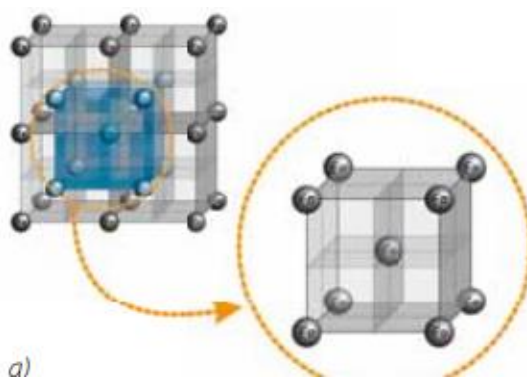
Tipo de elemento	Metálico	No metálico
Metálico	Enlace metálico	Enlace iónico
No metálico	Enlace iónico	Enlace covalente

Enlace metálico: Se da en elementos metálicos, los átomos del metal se desligan de algunos electrones convirtiéndose en iones positivos; estos se sitúan siguiendo un orden regular al que llamamos estructura cristalina. Son agrupaciones de iones iguales con los electrones a su alrededor. Por ejemplo, un trozo de hierro es un sólido cristalino formado por iones de hierro organizados en una estructura con forma de cubo, en la que dichos iones están situados en los vértices y en el centro. Un trozo de sodio, por ejemplo, está formado por una estructura similar.

Alrededor, y en los huecos de las estructuras de cualquier metal, se encuentran los electrones previamente liberados, formando una especie de nube electrónica (como una nube de mosquitos). Como se pueden mover con facilidad, son los causantes de propiedades básicas de los metales, como el que conduzcan la corriente eléctrica. Estas estructuras unitarias se agrupan entre ellas formando una estructura mucho mayor, que es lo que denominamos cristal. (McGraw Hill, 2021)

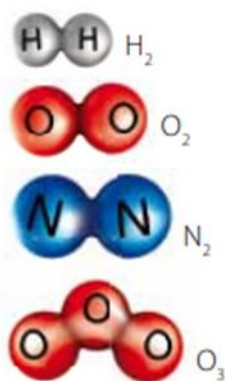
Las sustancias metálicas presentan las siguientes **propiedades**:

- Tienen altos puntos de fusión y ebullición siendo sólidos a temperatura ambiente, a excepción del mercurio.
- Presentan un brillo metálico.
- No se disuelven con facilidad.
- Conducen muy bien la electricidad y el calor, gracias a los electrones libres.
- Son dúctiles y maleables. A diferencia de los compuestos iónicos el desplazamiento de una capa sobre otra no provoca repulsiones, aunque será necesaria una cierta fuerza para desplazar las capas. (Mondéjar López, 2020)



a)
Representación del enlace metálico de los átomos de hierro

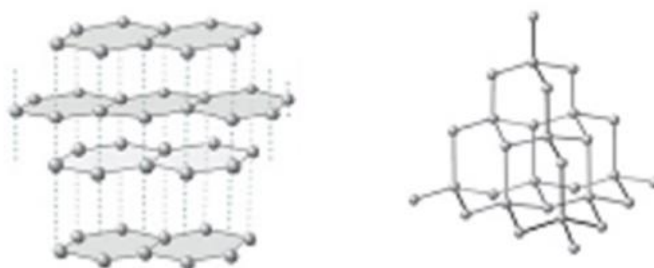
Enlace covalente. Se da cuando los elementos no metálicos se unen entre sí o con el hidrógeno formando moléculas. Las moléculas son agrupaciones de dos o más átomos, iguales o distintos, pero por lo general, en número reducido. Este tipo de unión se produce al compartir esos átomos algunos de sus electrones. (McGraw Hill, 2021)



Ejemplos de moléculas con enlace covalente

Además de compuestos moleculares forman también redes cristalinas. No son muchos los casos, pero sí bastante importantes. Los más significativos son los mostrados a continuación. Con el carbono encontramos dos tipos de redes:

- Diamante, los carbonos forman 4 enlaces con otros carbonos.
- Grafito, se forman uniones fuertes en un plano y esos planos se unen más débilmente con otro plano por arriba y por debajo. (Mondéjar López, 2020)



Ejemplo de estructura en el diamante (derecha) y el grafito (izquierda).

Debemos diferenciar entre las propiedades de las moléculas y los cristales.

Los compuestos covalentes moleculares:

- Tienen puntos de fusión y ebullición bajos debido a que las fuerzas entre las moléculas son débiles, siendo mayores cuando aumenta la polaridad.
- No conducen la electricidad ya que no hay cargas ni electrones libres.
- Se disuelven en sustancias con su misma polaridad, es decir, si es apolar en disolventes apolares y en polares cuando sea polar. (Mondéjar López, 2020)

Los cristales covalentes:

- Tienen altos puntos de fusión y ebullición por estar los átomos unidos por enlaces covalentes bastante fuertes.
- Son insolubles en casi todos los disolventes.
- No conducen el calor ni la electricidad, a excepción del grafito que dispone de electrones que pueden moverse entre las capas planas. (Mondéjar López, 2020)

Enlace iónico: se da cuando los elementos metálicos se unen a los no metálicos formando también redes cristalinas. La gran diferencia es que en este caso son iones de distinta carga los que constituyen la red cristalina, y no hay electrones libres. Por ejemplo, el cloruro de sodio (NaCl), también llamado sal común, está formado por iones de sodio (Na^+) e iones de cloro (Cl^-) que se colocan en forma de red. En la naturaleza no encontramos moléculas iónicas. Esto se debe a que es más estable un ión cuando se rodea por varias cargas de signo contrario que cuando se encuentra junto a una sola. (McGraw Hill, 2021)

Las propiedades de los compuestos iónicos se explican porque la atracción entre las cargas de distinto signo son bastante fuertes. Por ello encontramos las siguientes propiedades (Mondéjar López, 2020):

- Altos puntos de fusión y ebullición. Son sólidos a temperatura ambiente.
- Solubles en disolventes polares, al estar formados por iones.
- No conducen la electricidad en estado sólido, ya que sus cargas están fijas en la red cristalina, pero sí lo hacen en disolución o fundidos debido a que en estos casos los iones sí se pueden mover.
- Son duros, al ser fuerte la atracción entre iones, y frágiles, debido a las repulsiones que aparecen al desplazarse una capa sobre otra. (Mondéjar López, 2020)

1.2. Reformulación del problema en términos operativos

Identificar el tipo de enlace que presentan las sustancias a partir de sus propiedades características (solubilidad, temperatura de fusión y conductividad eléctrica).

1.3. Restricción de condiciones

- No se trabaja con gases.
- Se limita el uso a sustancias sólidas.
- El estudio se limita al análisis cualitativo de las propiedades, sin cuantificarlas.

2. Emisión de hipótesis

Emisión de hipótesis acerca de los factores que puedan determinar la propiedad buscada

H1: Las sustancias A y C son sólidos iónicos.

RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA

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

3.1. Identificación y control de variables

Variable dependiente: enlace iónico sí o no.

Variable independiente: naturaleza de las sustancias.

Variables de control: temperatura y presión atmosférica.

3.2. Determinación de las magnitudes a medir, de los datos, materiales y aparatos requeridos para la solución de la situación problemática

Materiales y reactivos

1 espátula

1 vaso de precipitados

1 vidrio de reloj

1 pipeta

1 mechero bunsen

15 tubos de ensayo

circuito eléctrico compuesto por:

1 bombilla 2.5V

1 pila petaca 4.5V





Sustancias sólidas

Medición cualitativa de: solubilidad en agua, conductividad eléctrica en estado sólido y en disolución.

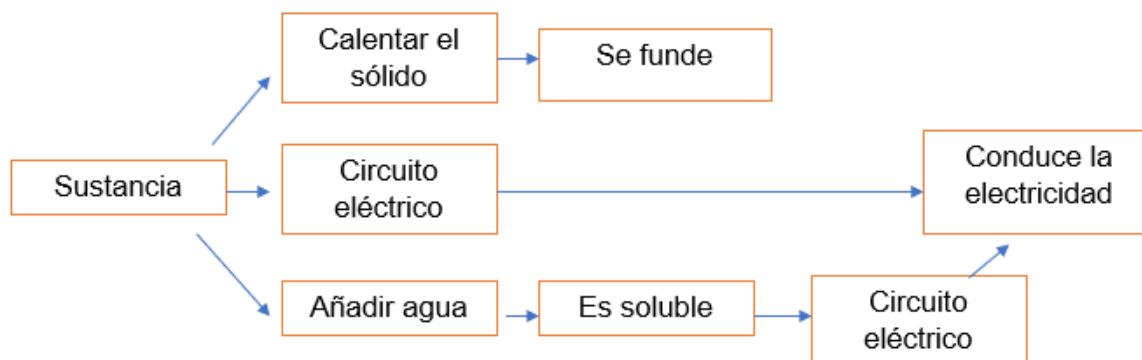
Normas de seguridad

Antes de emplear las sustancias correspondientes, revisar su ficha de seguridad. Prestar especial atención a aquellas sustancias inflamables. Manejar la sustancia con cuidado, con gafas de seguridad.

Ficha y normas de seguridad para el empleo de un mechero bunsen:

	Riesgo de explosión o incendio.	<ul style="list-style-type: none"> - No coloque o use el mechero cerca de productos químicos inflamables que pudieran generar vapores que pudieran arder por la proximidad a la llama. - Asegurar que la tubería de gas esté bien conectada. - No enrollar la conducción de goma del gas alrededor del mechero.
  	Riesgo de quemaduras por contacto, rotura de recipientes y sobrecalentamiento. Riesgo de proyecciones	<ul style="list-style-type: none"> - No colocar la mano encima de la llama. Utilice guantes térmicos. - No tocar el mechero apagado, puede estar caliente. - Mantenga siempre la máxima distancia posible para impedir que se produzcan quemaduras accidentales. - Utilice únicamente recipientes aptos para la llama. - Durante el calentamiento de tubos de ensayo, usar pinzas por la parte superior. - Durante el calentamiento normal los líquidos pueden hervir y salpicar. - Al calentar una disolución en un tubo, sitúe la llama en la parte inferior del tubo unos pocos segundos y agite suavemente. Durante el proceso, nunca deberá estar orientado hacia personas próximas. - No caliente directamente recipientes de vidrio (vaso, erlenmeyer, etc.) Utilice una rejilla metálica o difusores del calor. - El mechero deberá ser manipulado por una sola persona. - Apagar el mechero cuando no se trabaje con él.

3.3. Representación gráfica o esquemática del diseño



3.4. Posible establecimiento de analogías trabajadas anteriormente

Al tratarse de la primera situación problemática abordada, no habrá analogías.

3.5 Toma de decisiones para la resolución del problema: el proceso a seguir

- 1) Para cada sustancia se dispondrá de un tubo de ensayo en el que introduciremos el sólido.
- 2) Se calentará el tubo de ensayo con un termómetro para observar a qué temperatura se funde el sólido.
- 3) Se pondrá una cantidad de agua en el tubo de ensayo, y se observará si se disuelve.

- 4) Se calentará la sustancia que se ha/no se ha disuelto, y se observará su comportamiento.
- 5) Se montará un circuito con una pila de petaca de 4.5V y una bombilla de 2.5V y se intercalarán las distintas sustancias, observando si la bombilla enciende o no, lo que indicará si la sustancia es o no conductora en estado sólido. De igual manera se observará la conductividad en disolución acuosa en aquellas sustancias solubles en agua.

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

En primer lugar, observamos las características macroscópicas de los sólidos A , B y C. A es de color blanco, B es de color negro y C es incoloro.

Al calentar el sólido A y C, no se convierte en líquido a las temperaturas trabajadas. En cuanto a la sustancia B se funde en unos 110°C.

Por otra parte, al mezclar el sólido con agua, podemos observar, que los sólidos A y C se disuelven, pero en cuanto al sólido B se puede observar que no se disuelve. Al calentar la mezcla, se puede observar que la solubilidad de A y C se aumenta, pero que respecto a B sigue siendo insoluble.

Por último, al montar el circuito, se puede observar que los sólidos A, B y C no son conductores eléctricos, pero al observar la conductividad eléctrica de estas sustancias en disolución, se puede observar que las sustancias A y C son conductores y que B no.

El sólido A es KI (iónico), B es I₂ (covalente molecular) y C es NaCl (iónico).

Tabla 10. Tabla con los datos obtenidos.

Sustancia	Punto de fusión (Alto, bajo, muy bajo)	Solubilidad en agua (Sí/No)	Conductividad eléctrica (Sí/No) *en estado sólido	Conductividad eléctrica (Sí/No) *en disolución
A	Alto	Sí	No	Sí
B	Bajo	No	No	No
C	Alto	Sí	No	Sí

ANÁLISIS DEL PROBLEMA

5. Análisis de resultados

Búsqueda de regularidades en los datos

Respecto a la hipótesis

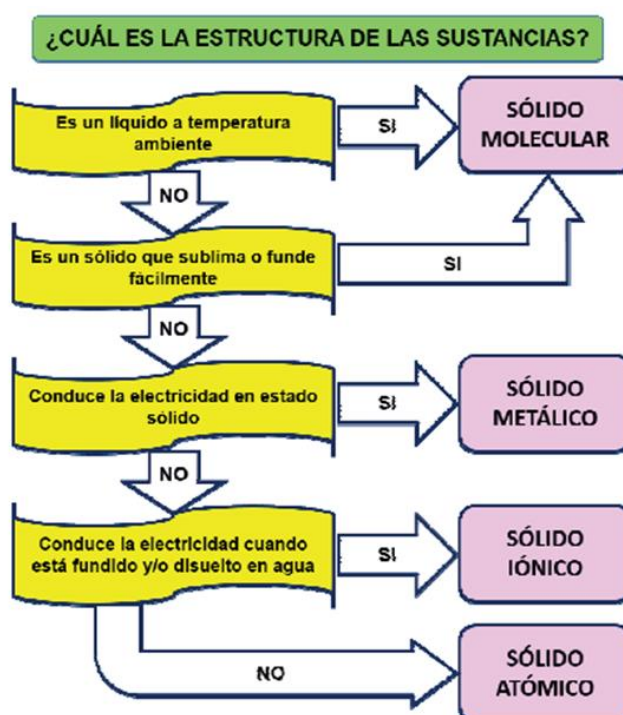
Respecto a la hipótesis, se puede observar que es correcta, ya que las sustancias A y C son sustancias iónicas, partiendo de las propiedades observadas.

Ejemplo concreto

A nivel macroscópico:

Comparando los datos obtenidos en la tabla, se puede observar que las sustancias A y C tiene punto de fusión alta, son solubles en agua y no conducen la electricidad, si no están en disolución. Con respecto al sólido B, se observa que tiene temperatura de fusión baja, es insoluble en agua y no conduce la electricidad.

Si no llegan a estas conclusiones, la profesora podría intervenir en un proceso de andamiaje planteando la siguiente cuestión: “**¿Podemos sacar alguna información sobre cómo están constituidas estas sustancias de los datos obtenidos?**”. Los alumnos identificarán que las propiedades macroscópicas que presentan las sustancias dependen de cómo estén constituidas las sustancias a nivel microscópico y les podemos proporcionar un diagrama de flujo como el de a continuación que les ayude (si no son capaces de realizarlo por ellos mismos) sacar conclusiones sobre la forma microscópica de las sustancias atendiendo a propiedades observadas.



La conclusión a la que se llega es que las sustancias son:

Tabla 11. Identificación del tipo de sólido que es cada sustancia

Sustancia	Tipo de sólido
A	Iónico
B	Covalente
C	Iónico

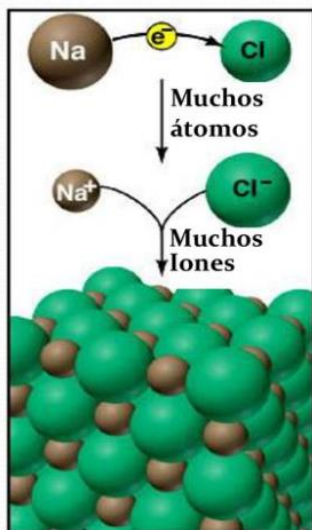
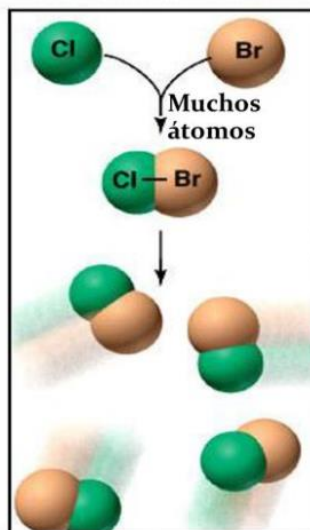
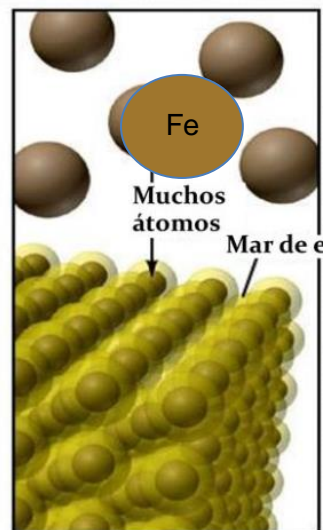
A nivel microscópico:

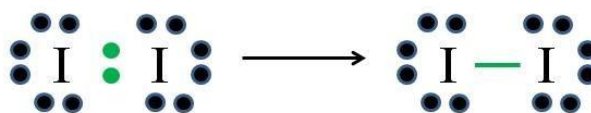
Conocida la identidad de las sustancias, ya somos capaces de representar su estructura interna y cómo los átomos están unidos, dependiendo del tipo de enlace que presentan. Además, en la tabla se presenta su representación simbólica (fórmula química).

Tabla 12. Identificación del compuesto al que corresponden las sustancias A,B,C.

Sustancia	Fórmula	Identificación	
Yoduro de potasio	KI	Sustancia A	Iónico
Diyodo	I ₂	Sustancia B	Covalente
Cloruro de sodio	NaCl	Sustancia C	Iónico

Un ejemplo de representación podría ser el siguiente obtenido de Zarené (2018), distinguiendo entre compuestos moleculares y compuestos formados por redes cristalinas.

**A. Enlace iónico****B. Enlace covalente****C. Enlace metálico**



BIBLIOGRAFÍA

IES Padre Manjón. (2018). *Tema 3: Enlace Químico y Propiedades de las sustancias*.

Departamento de Física y Química.

https://fq.iespm.es/documentos/diego_navarrete/2_quimica/3.pdf

McGraw Hill. (2021). *Las sustancias químicas*. mheducation.es.

<https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448177126.pdf>

Mondéjar López, S. (2020). *Enlace Químico*. Posibilidades.

http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/enlacequimico/enlace/posibilidades.html

Pinto, G. (2016). Identificación y comprensión de la estructura y el tipo de enlace.

Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales, 86, 28-33.

Orientaciones didácticas: Como se sugiere en el documento de Pinto, G. (2016), las siguientes sustancias (en forma de sólido en polvo) se proponen como ejemplos de sustancias para trabajar la actividad de investigación en el laboratorio.

Iónicas	Metálicas	Moleculares		Covalentes reticulares
		Polares	Apolares	
<ul style="list-style-type: none"> • Cloruro de níquel(II) (NiCl_2). • Cloruro de sodio (NaCl). • Sulfato de cobalto(II) (CoSO_4). • Sulfato de cobre(II) (CuSO_4). • Yoduro de potasio (KI). 	<ul style="list-style-type: none"> • Aluminio (Al). • Zinc (Zn). • Cobre (Cu). • Estaño (Sn). • Hierro (Fe). 	<ul style="list-style-type: none"> • Ácido cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$). • Sacarosa (azúcar de mesa) ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$). 	<ul style="list-style-type: none"> • Ácido cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$). • Sacarosa (azúcar de mesa) ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$). • Azufre ($\text{S}_8$). • Naftaleno (C_{10}H_8). • Palmitato de cetilo ($\text{C}_{32}\text{H}_{64}\text{O}_2$). • Yodo ($\text{I}_2$). 	<ul style="list-style-type: none"> • Almidón ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)^a • Grafito ($\text{C}$). • Sílice, dióxido de silicio (SiO_2)^b

^a. Macromolécula formada por los polisacáridos amilosa y amilopectina.

^b. Estructura de redes de tetraedros con átomo de Si central unido a cuatro de O (y cada O enlazado a dos Si). El enlace O-Si es ~50% iónico y ~50% covalente.

ACTIVIDAD 3

Constitución a nivel microscópico de las sustancias. TIC

Visualizar las estructuras cristalinas más comunes de compuestos iónicos, covalentes y metálicos. Relacionar las propiedades de cada sustancia con el tipo de partículas que la constituyen y el tipo de uniones que existen entre ellas.

Para ello, se utilizará el siguiente enlace:

<https://www.uv.es/quimicajmol/quimica3d/index.html>

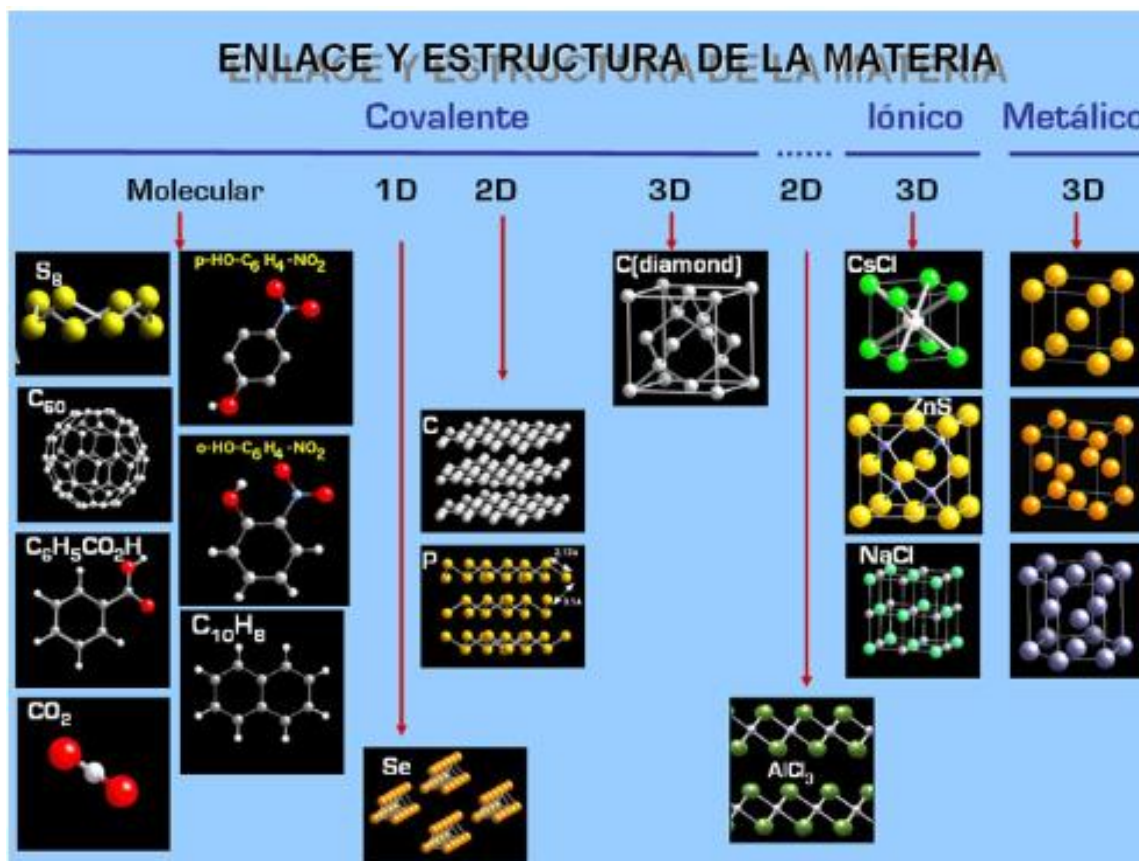
Dibujar la estructura de una sustancia iónica, covalente y metálica.

Orientación didáctica: Según diversos autores (Chittleborough y Treagust, 2007; Russell y Kozma, 2005) las visualizaciones con ordenador son de gran ayuda para comprender los conceptos químicos, sobre todo para trabajar a nivel microscópico.

ACTIVIDAD 3 Resolución

Constitución a nivel microscópico de las sustancias. TIC

Cualquiera de estas estructuras podría ser correcta:



ACTIVIDAD 4

Enlaces Químicos, la unión de elementos.

Los enlaces químicos son la manera en que se unen los átomos o moléculas para formar compuestos químicos más complejos. Estos enlaces son diversos porque se dan entre tipos de elementos diferentes. Mirar el siguiente video para entender qué elementos pueden unirse y cómo serán estos enlaces:

https://www.youtube.com/watch?v=o4X9Tyz-0hc&ab_channel=Bioquimica

Después completa las siguientes actividades:

1. Colorea en la tabla periódica:
En AZUL los metales
En NARANJA los no metales
En AMARILLO los gases nobles
En VERDE los semimetales

Tabla Periódica de los Elementos																	
1																	2
1 H Hidrógeno 1.008																	2 He Helio 4.003
3 Li Litio 6.941	4 Be Berilio 9.012											5 B Boro 10.811	6 C Carbono 12.011	7 N Nitrógeno 14.007	8 O Oxígeno 15.999	9 F Flúor 18.998	10 Ne Neón 20.180
11 Na Sodio 22.990	12 Mg Magnesio 24.305											13 Al Aluminio 26.982	14 Si Silicio 28.086	15 P Fósforo 30.974	16 S Azufre 32.064	17 Cl Cloro 35.453	18 Ar Argón 39.948
19 K Potasio 39.098	20 Ca Calcio 40.078	21 Sc Escandio 44.956	22 Ti Titanio 47.88	23 V Vanadio 50.942	24 Cr Cromo 51.996	25 Mn Manganeso 54.938	26 Fe Hierro 55.933	27 Co Cobalto 58.933	28 Ni Níquel 58.693	29 Cu Cobre 63.546	30 Zn Zinc 65.39	31 Ga Gallio 69.723	32 Ge Germanio 72.61	33 As Arsénico 74.922	34 Se Selenio 78.09	35 Br Bromo 79.904	36 Kr Kriptón 84.80
37 Rb Rubidio 84.468	38 Sr Estroncio 87.62	39 Y Ytrio 88.906	40 Zr Zirconio 91.224	41 Nb Niobio 92.906	42 Mo Molibdeno 95.94	43 Tc Tecnecio 98.907	44 Ru Rutenio 101.07	45 Rh Rodio 102.906	46 Pd Paladio 106.42	47 Ag Plata 107.868	48 Cd Cadmio 112.411	49 In Indio 114.818	50 Sn Estañio 118.71	51 Sb Antimonio 121.760	52 Te Telurio 127.6	53 I Yodo 126.904	54 Xe Xenón 131.29
55 Cs Cesio 132.905	56 Ba Bario 137.327	57-71 Lantánidos	72 Hf Hafnio 178.49	73 Ta Tantalio 180.948	74 W Wolframio 183.85	75 Re Renio 186.207	76 Os Osmio 190.23	77 Ir Iridio 192.22	78 Pt Platino 195.08	79 Au Oro 196.967	80 Hg Mercurio 200.59	81 Tl Talio 204.383	82 Pb Plomo 207.2	83 Bi Bismuto 208.980	84 Po Polonio [209,982]	85 At Astato 209.987	86 Rn Radón 222.018
87 Fr Francio 223.020	88 Ra Radio 226.025	89-103 Actínidos	104 Rf Rutherfordio [261]	105 Db Dubnio [262]	106 Sg Seaborgio [266]	107 Bh Bohrio [264]	108 Hs Hassium [265]	109 Mt Meitnerio [268]	110 Ds Darmstadtio [269]	111 Rg Roentgenio [272]	112 Cn Copernicio [277]	113 Uut Ununtrio desconocido	114 Fl Flerovio [289]	115 Uup Ununpentio desconocido	116 Lv Livermorio [296]	117 Uus Ununseptio desconocido	118 Uuo Ununoctio desconocido
57 La Lantano 138.906	58 Ce Cerio 140.115	59 Pr Praseodimio 140.908	60 Nd Neodimio 144.24	61 Pm Prometio 144.91	62 Sm Samario 150.36	63 Eu Europio 151.966	64 Gd Gadolinio 157.25	65 Tb Terbio 158.925	66 Dy Disprosio 162.50	67 Ho Holmio 164.930	68 Er Erbio 167.26	69 Tm Tercio 168.934	70 Yb Yterbio 173.04	71 Lu Lutecio 174.967			
89 Ac Actinio 227.028	90 Th Torio 232.038	91 Pa Protactinio 231.036	92 U Uranio 238.029	93 Np Neptunio 237.048	94 Pu Plutonio 244.064	95 Am Americio 243.061	96 Cm Curio 247.070	97 Bk Berkelio 247.070	98 Cf Californio 251.080	99 Es Einsteinio 252.083	100 Fm Fermio 257.085	101 Md Mendelevio 258.1	102 No Nobelio 259.101	103 Lr Lawrencio 262.107			

©2014
Todd Helmenstine
todd@helenstine.com

2. De la siguiente lista, selecciona los que se prevé que formen compuestos iónicos, y representa la formación de los enlaces correspondientes: CsF; NaF; KCl; MgCl₂; SrCl₂; AlCl₃.

ACTIVIDAD 4 - RESOLUCIÓN

Enlaces Químicos, la unión de elementos.

Los enlaces químicos son la manera en que se unen los átomos o moléculas para formar compuestos químicos más complejos. Estos enlaces son diversos porque se dan entre tipos de elementos diferentes. Mirar el siguiente video para entender qué elementos pueden unirse y cómo serán estos enlaces:

https://www.youtube.com/watch?v=o4X9Tyz-0hc&ab_channel=Bioquimica

Después completa las siguientes actividades:

1. Colorea en la tabla periódica (ficha del anexo 3)

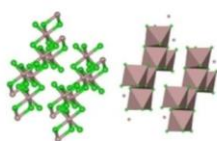
En AZUL los metales

En NARANJA los no metales

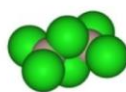
En AMARILLO los gases nobles

En VERDE los semimetales

2. De la siguiente lista, selecciona los que se prevé que formen compuestos iónicos, y representa la formación de los enlaces correspondientes: CsF; NaF; KCl; MgCl₂; SrCl; AlCl₃.



Estado sólido
(estructura cristalina)

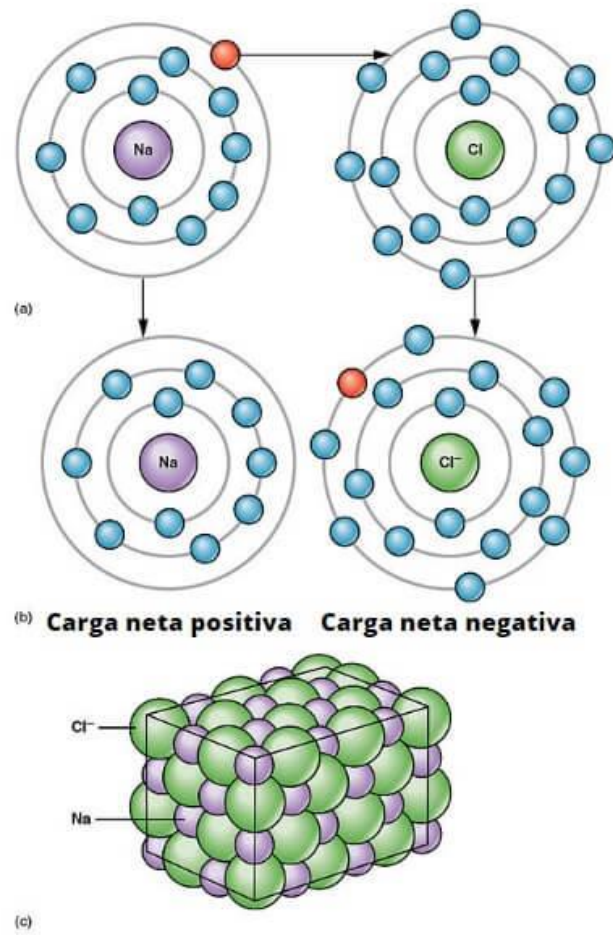


Dímero
(fases líquida y gaseosa)



Monómero
(fase gaseosa de altas temperaturas)

AlCl₃.



NaF será parecido a NaCl

ACTIVIDAD 5

Modelos de enlaces

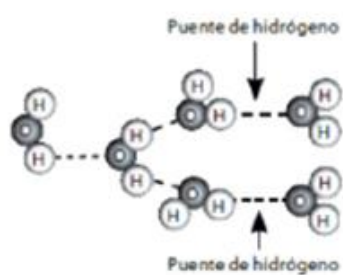
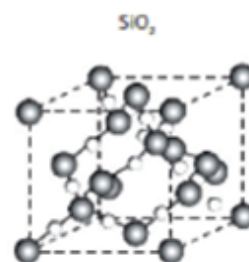
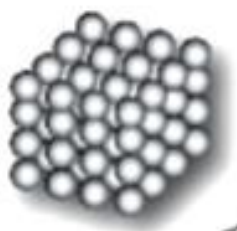
Elaborar un esquema **sobre los modelos de enlace**. Para ello emplear los siguientes conceptos e imágenes, añadiendo todo lo que se crea conveniente para su total comprensión.

Conceptos e imágenes para incluir en el mapa conceptual sobre “**Modelos de enlaces**”:

- Iónicos
- Metálicos
- Covalentes
- Redes
- Moléculas
- Puente de hidrógeno

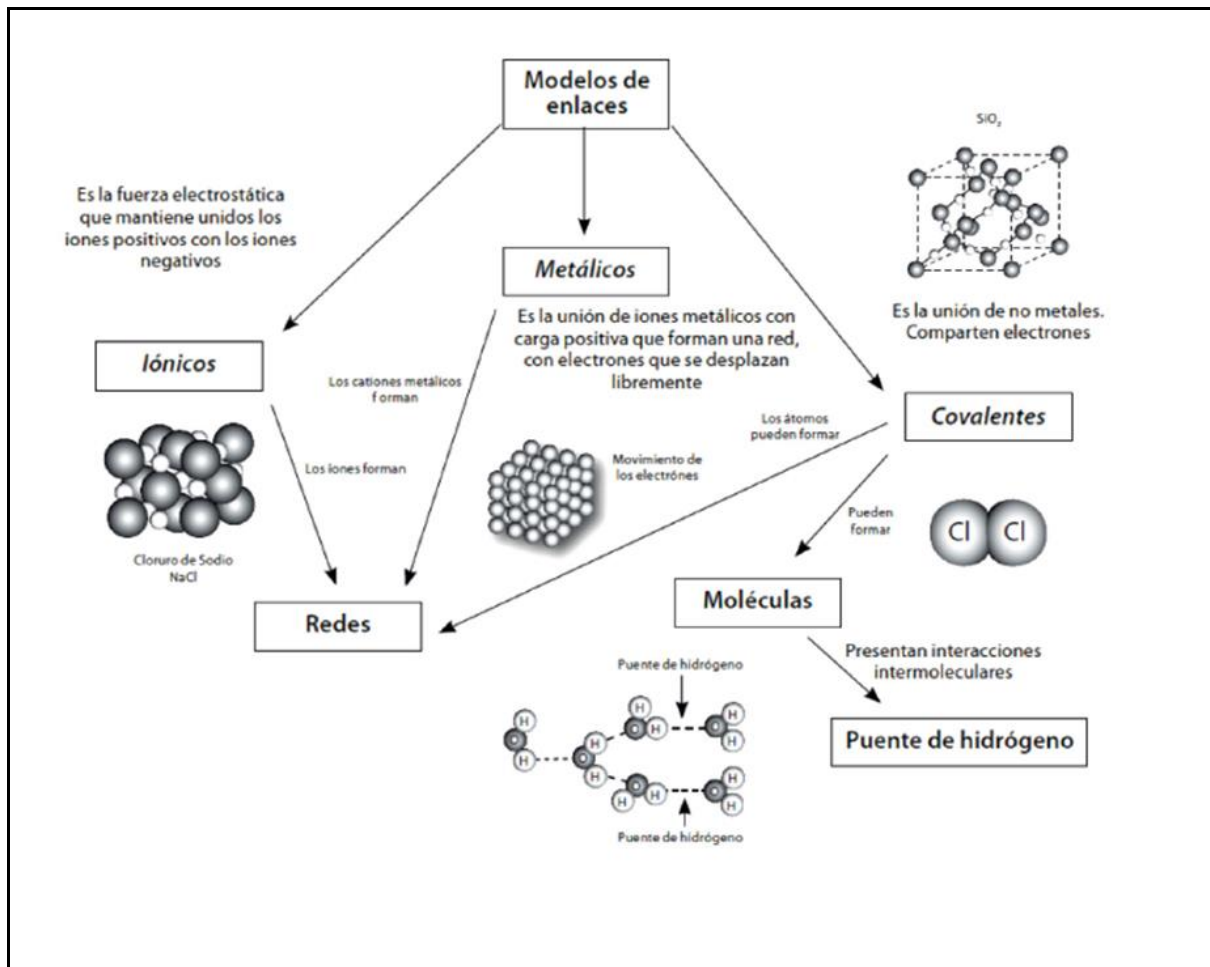


Cloruro de Sodio
NaCl



ACTIVIDAD 5 - RESOLUCIÓN

Elaborar un esquema sobre los modelos de enlace. Para ello emplear los siguientes conceptos e imágenes, añadiendo todo lo que se crea conveniente para su total comprensión. (González-Felipe, 2018)



ACTIVIDAD 6

La fiesta de los elementos.

Tras la lectura del fragmento "Una fiesta muy elemental", realizar las siguientes actividades.

1. Completa las siguientes ideas:

a. El cloro y el flúor son de los elementos más activos y pueden reaccionar fácilmente porque

b. Los electrones de la capa más externa se llaman_____

c. Puede definirse molécula como la_____

d. Según la lectura la personalidad del elemento, capacidad para atraer electrones se le llama _____

e. Según la lectura ¿cuál es la diferencia entre el enlace iónico, el metálico y el covalente?

f. ¿Cuándo las electronegatividades de la pareja son semejantes el enlace es?_____

g. ¿En enlace es covalente polar cuándo?_____

h. ¿Aquel enlace donde uno de los elementos no aporta, pero está presente para beneficiarse y dar estabilidad a la molécula se conoce cómo?

2. De las estructuras representadas en la lectura selecciona dos correspondientes a compuestos covalentes y representa las correspondientes fórmulas químicas de cada una.

3. Señala cuáles de las ideas del texto aparecen también en el video de la actividad 4 (nombradas desde la "a" - "h").

a	b	c	d	e	f	g	h

Orientaciones didácticas: A los alumnos se les entregará el documento del anexo 4 “Una fiesta muy elemental”, deberán realizar la lectura de este y responder las preguntas planteadas anteriormente.

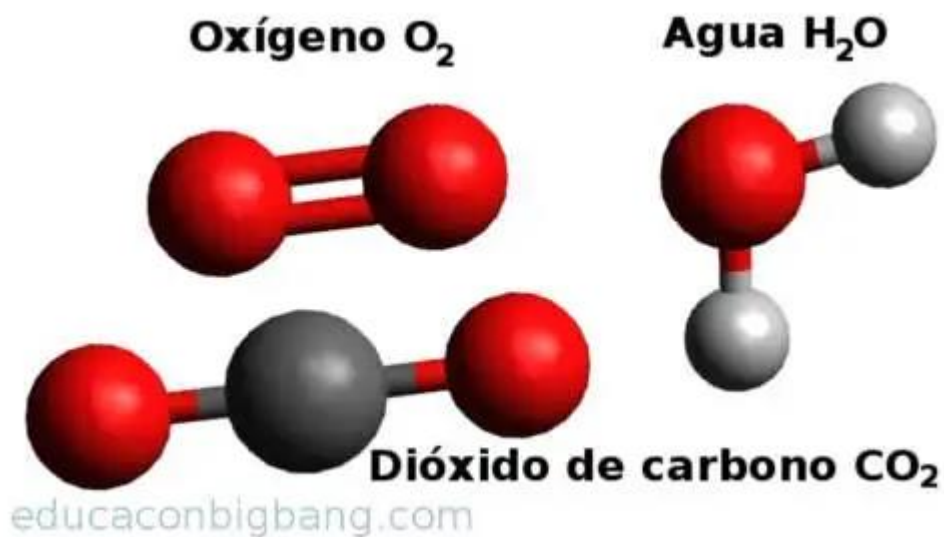
ACTIVIDAD 6 - RESOLUCIÓN

La fiesta de los elementos.

Tras la lectura del fragmento [“Una fiesta muy elemental”](#), realizar las siguientes actividades.
(UNA FIESTA MUY ELEMENTAL, 2022)

2. De las estructuras representadas en la lectura selecciona DOS correspondientes a compuestos covalentes y representa las correspondientes fórmulas químicas de cada una.

Los alumnos deben identificar algunas de las siguientes: O_2 , N_2 , CO_2 , Cl_2 , H_2O , HCl , HF , HBr



1. Completa las siguientes ideas:

- a. El cloro y el flúor son de los elementos más activos y pueden reaccionar fácilmente porque cuentan con 7 electrones en su última capa energética.
- b. Los electrones de la capa más externa se llaman electrones de valencia.
- c. Puede definirse molécula como la unión de los átomos.
- d. Según la lectura la personalidad del elemento, capacidad para atraer electrones se le llama electronegatividad.
- e. Según la lectura cuál es la diferencia entre el enlace iónico, el metálico y el covalente? El tipo de átomos que se unen.
- f. ¿Cuándo las electronegatividades de la pareja son semejantes el enlace es? Enlace covalente no polar
- g. ¿El enlace es covalente polar cuándo? Un átomo es parcialmente positivo y otro parcialmente negativo, son diferentes.
- h. ¿Aquel enlace donde uno de los elementos no aporta, pero está presente para beneficiarse y dar estabilidad a la molécula se conoce cómo? Enlace covalente coordinado o dativo.

3. Señala cuáles de las ideas del texto aparecen también en el video de la actividad 4 (nombradas desde la “a” - “h”).

a	b	c	d	e	f	g	h
si	si	si	no	si	si	si	no

ACTIVIDAD 7

Curiosidades: ¿Sabías qué...?

El **cloruro sódico** o la sal común es uno de los compuestos iónicos por excelencia y se obtiene del agua del mar o de la salmuera por evaporación solar. También la sal de roca, que se encuentra en depósitos subterráneos, es una de las fuentes naturales. En la naturaleza está en un mineral llamado halita.

Su consumo mundial es de unos 150 millones de toneladas al año. Se utiliza en la producción de otros compuestos químicos inorgánicos (cloro gaseoso, hidróxido sódico, sodio metálico, hidrógeno y carbonato sódico). También se utiliza para fundir hielo y nieve de las carreteras, pero por su peligrosidad para la vida vegetal y por problemas de corrosión de automóviles se desaconseja su uso. El cloruro sódico aportado en la dieta de las personas es el origen del ácido clorhídrico de los jugos gástricos. (Principia. Centro de ciencia., 2018)



Salinas de Janubio

- El cloruro sódico es un claro ejemplo de sustancia iónica. Explica cómo se formaría el enlace en él. Dibújalo.
- ¿Cuáles son las propiedades físicas más características de las sustancias iónicas? Compáralas con las de las sustancias covalentes y metálicas.
- Escribe dos metales y dos no metales que puedan formar un enlace iónico entre ellos y explica su formación. Escribe la fórmula correspondiente de las sustancias formadas.

- ¿Por qué en estado sólido las sustancias iónicas no conducen la electricidad y sí lo hacen fundidos o en disolución?
- ¿En qué tipo de disolventes se podrán solubilizar los sólidos iónicos?
- ¿Qué diferencias principales encuentras entre los sólidos cristalinos iónicos y los covalentes?

Además...

La palabra “salario” procedente del latín (salarium), tiene sus raíces en la palabra **sal**. En la época del Imperio Romano, a los soldados y funcionarios públicos se les pagaba con sal, un producto muy valioso y apreciado. Además de servir para sazonar y evitar la deshidratación, la sal se utilizaba para conservar alimentos, como antiséptico para las heridas y para detener hemorragias.



Orientación didáctica: Esta última actividad de la secuencia didáctica está pensada para reforzar y observar si se han superado algunas concepciones alternativas. Como principal, la idea de que los enlaces iónicos forman moléculas y no redes cristalinas. De este modo los alumnos a partir de una curiosidad o elemento de la vida cotidiana deben saber extrapolar sus conocimientos sobre “enlaces y propiedades de las sustancias” desarrollados durante las sesiones previas.

4. EVALUACIÓN

A continuación, se recogen las herramientas que se utilizan para evaluar el trabajo de los alumnos y la propuesta en sí. Además, se presentan una serie de actividades para ser evaluadas en una prueba de control final.

4.1. CRITERIOS

La evaluación se centra en el progreso del desarrollo de habilidades y la comprensión del contenido. Para ello, será de gran utilidad la comparación entre el cuestionario de concepciones alternativas inicial, que nos da información sobre el nivel y los conocimientos de partida del alumnado, y el cuestionario de concepciones alternativas final y de evaluación. Igualmente, está incluido en la evaluación el desarrollo correcto de todas las actividades planteadas durante la secuencia didáctica, prestando especial atención a la actividad 2. En esta actividad 2, se les pedirá la realización de un informe final por escrito que nos proporcione una información completa sobre las habilidades y competencias trabajadas. Para la evaluación de este informe final podemos servirnos de una rúbrica presente en el anexo 4, propuesta por Ferrés Gurt et al. (2015) como instrumento de evaluación de trabajos de indagación. Según esta, un trabajo de indagación de máxima excelencia consigue una calificación de 24 y resulta una herramienta de gran utilidad para cuantificar datos cualitativos, como son los recogidos en una memoria de la realización del trabajo de investigación. (Ferrés Gurt et al., 2015)

En las actividades propuestas de control final se tendrán en cuenta las competencias trabajadas hasta ahora durante la secuencia. En la evaluación de la Secuencia Didáctica no se valorará sólo el nivel de adquisición de conceptos sino también el desarrollo intelectual del alumno. Además de ello, se tendrá en cuenta todos los datos concernientes al proceso de enseñanza, y no solo el resultado en las pruebas objetivas. En la tabla 14 se recogen los criterios de evaluación empleados en cada actividad de la prueba de control.

Tabla 14. Criterios de evaluación empleados en cada actividad de la prueba de control

Actividad de evaluación	Criterios de evaluación	Indicadores para la evaluación
1	<p>2. Saber diferenciar los distintos tipos de enlaces y sus propiedades asociadas.</p> <p>3. Explicar a través de estos modelos qué tipo de enlaces forman redes atómicas.</p>	Reconocer, identificar y diferenciar tipos de enlace, y su estructura microscópica a partir de las sustancias. (A1, A4)

2	1. Describir a través de esquemas o elementos gráficos los distintos tipos de enlace, así como sus propiedades asociadas.	Relacionar los tipos de enlace con sus propiedades macroscópicas. (C2, C3, A2)
3	2. Diferenciar tipos de enlace a través de las propiedades de una sustancia.	Dibujar ciertas sustancias y esquematizar sus propiedades mediante su conexión con el tipo de enlace. (C2, C3)
4	2. Saber diferenciar los distintos tipos de enlaces y sus propiedades asociadas.	Aplicar los conocimientos construidos, en un entorno virtual. (C2, C3, A1, A4)
5	2. Saber diferenciar los distintos tipos de enlaces y sus propiedades asociadas. 3. Explicar a través de estos modelos qué tipo de enlaces forman redes atómicas.	Relacionar las propiedades de las sustancias con su estructura microscópica. Dibujar su estructura interna. (C1, C2, C3, C4, R3)

4.2. EVALUAR EN EL MARCO DE LAS COMPETENCIAS

Se proponen 5 actividades para una prueba de control siguiendo la secuencia de actividades planteadas hasta ahora. Después de las actividades de evaluación propuestas, se resumen los contenidos y competencias que se evalúan con las actividades siguientes:

ACTIVIDAD 1 EVALUACIÓN
Indica en cuáles de los siguientes compuestos se encuentran moléculas individuales y en cuáles no: a) CO b) KCl c) MgO d) CsCl e) NO ¿En qué se diferencian?

Solución: Los compuestos iónicos, como KCl, MgO y CsCl, no constan de moléculas individuales. Los compuestos covalentes moleculares, como el CO y el NO, sí.

ACTIVIDAD 2 EVALUACIÓN
Identificar los enlaces de las sustancias A, B, C, D y E a partir de las siguientes propiedades:

- a) La sustancia A no se disuelve en agua, no conduce la electricidad y tiene una temperatura de fusión muy alta.
- b) La sustancia B es densa, no se disuelve en agua, conduce la electricidad en estado sólido y es dúctil y maleable.
- c) La sustancia C se disuelve en agua, no conduce la electricidad y es gaseosa a temperatura ambiente.
- d) La sustancia D se disuelve en agua, no conduce la electricidad en estado sólido pero si fundida y disuelta, tiene una temperatura de fusión alta y es dura.
- e) La sustancia E no se disuelve en agua, pero sí en tetracloruro de carbono, no conduce la electricidad y es gaseosa a temperatura ambiente.

Solución:

Según estas propiedades, características de determinados tipos de enlace, se tiene:

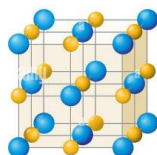
- a) La sustancia A es un sólido covalente.*
- b) La sustancia B es un metal.*
- c) La sustancia C tiene enlace covalente con moléculas polares.*
- d) La sustancia D es un compuesto iónico.*
- e) La sustancia E es un compuesto covalente y tiene moléculas apolares.*

ACTIVIDAD 3 EVALUACIÓN

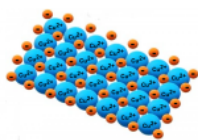
Dibujar la estructuras de las siguientes sustancias : NaCl, Cl₂, H₂O, Cu y KCl. Clasificar según el tipo de enlace y citar las propiedades más importantes.

Solución:

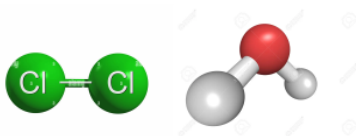
Enlace iónico (NaCl y KCl):



Enlace metálico (Cu):



Enlace covalente (Cl_2 y H_2O):



- Algunos enlaces covalentes son solubles en agua, otros en solventes orgánicos.
- Son conductores de electricidad los enlaces covalentes ácidos en presencia de una solución acuosa (el resto de los enlaces covalentes no son buenos conductores de electricidad), y los enlaces iónicos cuando se disuelven en agua o cuando se funden.
- Los enlaces iónicos tienen altos puntos de fusión y ebullición.
- Los enlaces metálicos son buenos conductores de calor y electricidad, se presentan en estado sólido y son altamente maleables.

ACTIVIDAD 4 EVALUACIÓN

Entrar en el siguiente enlace y realizar las actividades finales propuestas.

http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/enlaces/activfinal.htm

¿Cuál es tu calificación final?

Solución:

1. Enlace iónico
2. Iones positivos y una nube de electrones
3. Enlace metálico/ Iónico/ Covalente/ Covalente/ Ningún enlace
4. CaO , NaF
5. Silvinia y Fluorita

ACTIVIDAD 5 EVALUACIÓN
Cuestionario sobre concepciones alternativas

1. El cloruro de sodio es una molécula. (Tan, 1999)

- a. Verdadero
- b. Falso

Razón

A. El átomo de sodio comparte un par de electrones con el átomo de cloro para formar una molécula sencilla.

B. Después de donar su electrón de valencia al átomo de cloro, el ion sodio forma una molécula con el ion cloruro.

C. El cloruro de sodio existe como una red formada por iones sodio e iones cloruro.

D. El cloruro de sodio existe como una red formada por átomos de sodio y átomos de cloro unidos covalentemente.

2. El carburo de silicio tiene un alto punto de fusión y de ebullición. Esta información sugiere que los enlaces en el carburo de silicio son: (Tan, 1999)

- a. débiles
- b. fuertes

Razón

A. El carburo de silicio es un sólido molecular simple.

B. El carburo de silicio es una macromolécula compuesta por átomos unidos covalentemente.

C. El carburo de silicio es una macromolécula formada por moléculas unidas covalentemente.

D. Se requiere gran cantidad de energía para romper las fuerzas intermoleculares en el carburo de silicio.

1. El cloruro de sodio es una molécula. (Tan, 1999)

- a. Verdadero
- b. Falso

Razón

A. El átomo de sodio comparte un par de electrones con el átomo de cloro para formar una molécula sencilla.

B. Después de donar su electrón de valencia al átomo de cloro, el ion sodio forma una molécula con el ion cloruro.

- C. El cloruro de sodio existe como una red formada por iones sodio e iones cloruro.
- D. El cloruro de sodio existe como una red formada por átomos de sodio y átomos de cloro unidos covalentemente.

2. El carburo de silicio tiene un alto punto de fusión y de ebullición. Esta información sugiere que los enlaces en el carburo de silicio son: (Tan, 1999)

- a. débiles
- b. fuertes

Razón

- A. El carburo de silicio es un sólido molecular simple.
- B. El carburo de silicio es una macromolécula compuesta por átomos unidos covalentemente.
- C. El carburo de silicio es una macromolécula formada por moléculas unidas covalentemente.
- D. Se requiere gran cantidad de energía para romper las fuerzas intermoleculares en el carburo de silicio.

3. El compuesto formado entre el magnesio y el oxígeno se puede utilizar como material resistente al calor para revestir las paredes de hornos. (Tan, 1999)

- a. Verdadero
- b. Falso

Razón

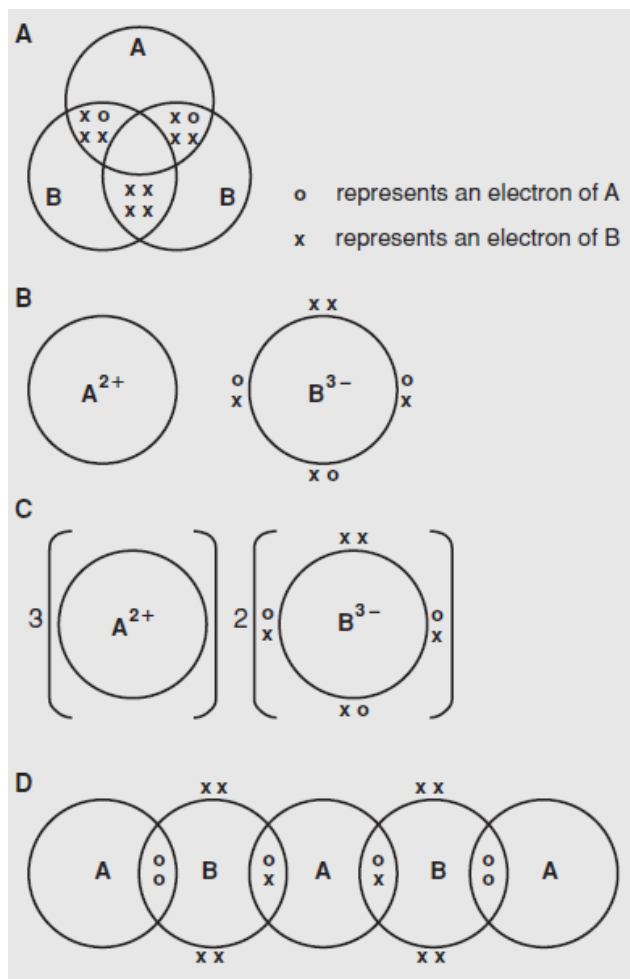
- A. La red de óxido de magnesio se asemeja a la del dióxido de silicio.
- B. Los enlaces covalentes entre el magnesio y los átomos de oxígeno son fuertes.
- C. Las fuerzas intermoleculares entre los átomos de óxido de magnesio son débiles.
- D. Hay fuerzas iónicas fuertes entre iones de magnesio y de oxígeno en la red.

4. Un átomo del elemento A tiene dos electrones en su capa más externa mientras que un átomo del elemento B tiene cinco electrones en su capa más externa. Cuando A reacciona con B, el compuesto será: (Tan, 1999)

- a. covalente

b. iónico

Razón



5. Los átomos de azufre forman anillos que consisten en ocho átomos (S_8) unidos covalentemente. A partir de esta información, se puede concluir que el azufre es un/a: (Tan, 1999)

- a. macromolécula
- b. compuesto molecular simple

Razón

- A. Los sólidos moleculares simples consisten sólo en pequeñas moléculas compuestas de dos a cuatro átomos.
- B. Los sólidos moleculares simples consisten en moléculas con fuerzas intermoleculares débiles entre moléculas.
- C. Las macromoléculas contienen moléculas que están unidas covalentemente entre sí.
- D. Cuando los átomos de un elemento están unidos covalentemente, formarán

macromoléculas.

6. Los átomos se unen porque: (González-Felipe, 2018)

- a. Tienden a perder o ganar electrones.
- b. Tienden a ganar electrones.
- c. Tienden a compartir electrones.
- d. Tienden a adquirir un estado de mínima energía.

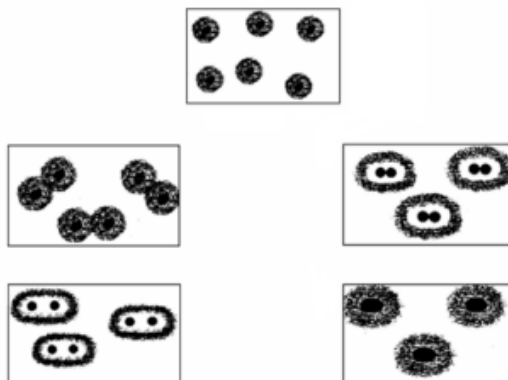
7. Supón por un momento que tienes una botella llena de átomos de oxígeno gas (en el recipiente no hay ni una sola molécula). Haz un dibujo a escala atómica de dichos átomos. Justifica si serán estables o no. ¿Qué les puede ocurrir? (De Posada, 1999).

8. Representa diez partículas desde el punto de vista atómico de cada una de las siguientes sustancias en condiciones ambientales ordinarias: (De Posada, 1999)

- KCl
- HCl
- Ca

9. La molécula de F es diatómica (está formada por dos átomos de flúor). Indica cómo pueden estar unidos ambos átomos. ¿Y esta molécula a otras de flúor? (De Posada, 1999)

10. Si colocas en un recipiente átomos de un mismo elemento como se representa en la figura, en donde cada esfera representa a un átomo y el círculo negro central, el núcleo. ¿Cuál es la mejor representación luego de haberse unido químicamente? (Lazo, 2013)



11. Si tenemos un diagrama como el de la figura, en la cual A representa a átomos de un elemento y B a átomos de otro elemento, luego la representación inicial sufre una reacción química. ¿Cuál o cuáles crees que representa mejor la situación final antes señalada? (Lazo, 2013)



Con respecto a la pregunta anterior, ¿qué crees que ocurrió en la(s) representación(es) final(es)?

- d. Reordenamiento de los átomos
- e. Enlace químico
- f. Reordenamiento de los átomos y enlace químico

ACTIVIDAD 1 - RESOLUCIÓN

Respuestas correctas al cuestionario de concepciones alternativas

1. El cloruro de sodio es una molécula. Falso

Razón: El cloruro de sodio existe como una red formada por iones sodio e iones cloruro.

2. El carburo de silicio tiene un alto punto de fusión y de ebullición. Esta información

sugiere que los enlaces en el carburo de silicio son: Fuertes.

Razón: El carburo de silicio es una macromolécula compuesta por átomos unidos covalentemente.

3. El compuesto formado entre el magnesio y el oxígeno se puede utilizar como material resistente al calor para revestir las paredes de hornos: Verdadero

Razón: Hay fuerzas iónicas fuertes entre iones de magnesio y de oxígeno en la red.

4. Un átomo del elemento A tiene dos electrones en su capa más externa mientras que un átomo del elemento B tiene cinco electrones en su capa más externa. Cuando A reacciona con B, el compuesto será: Iónico.

Razón: representación C

5. Los átomos de azufre forman anillos que consisten en ocho átomos (S_8) unidos covalentemente. A partir de esta información, se puede concluir que el azufre es un/a: compuesto molecular simple

Razón: Los sólidos moleculares simples consisten en moléculas con fuerzas intermoleculares débiles entre moléculas.

6. Los átomos se unen porque: Tienden a adquirir un estado de mínima energía.

7. Supón por un momento que tienes una botella llena de átomos de oxígeno gas (en el recipiente no hay ni una sola molécula). Haz un dibujo a escala atómica de dichos átomos. Justifica si serán estables o no. ¿Qué les puede ocurrir?

Para responder correctamente deberán dibujar los átomos distantes y decir que son inestables, por lo que se unirán buscando estabilidad.

8. Representa diez partículas desde el punto de vista atómico de cada una de las siguientes sustancias en condiciones ambientales ordinarias:

KCl: dibujar redes de iones.

HCl: dibujar grupos de moléculas formadas por átomos.

Ca: dibujar redes metálicas.

9. La molécula de F es diatómica (está formada por dos átomos de flúor). Indica cómo pueden estar unidos ambos átomos. ¿Y esta molécula a otras de flúor?

Los átomos están unidos por enlace covalente.

Las moléculas están unidas por fuerzas de Van der Waals.

10. Si colocas en un recipiente átomos de un mismo elemento como se representa en la figura, en donde cada esfera representa a un átomo y el círculo negro central, el núcleo. ¿Cuál es la mejor representación luego de haberse unido químicamente?

La respuesta correcta es la alternativa C puesto que representa de mejor manera la idea de los científicos, a diferencia de las otras que son posibles interpretaciones que tienen los alumnos en sus concepciones alternativas.

11. Si tenemos un diagrama como el de la figura, en la cual A representa a átomos de un elemento y B a átomos de otro elemento, luego la representación inicial sufre una reacción química. ¿Cuál o cuáles crees que representa mejor la situación final antes señalada?

La respuesta correcta es la representación final I, ya que nos indica que se trata de moléculas diatómicas, como por ejemplo CO, NO, etc.

Con respecto a la pregunta anterior, ¿qué crees que ocurrió en la(s) representación (es) final (es)?

Enlace químico

5. RECURSOS DIDÁCTICOS

Las siguientes páginas web resultan interesantes para trabajar sobre el concepto de propiedades de las sustancias y enlaces químicos:

- <http://saladelestudio.blogspot.com/2010/01/una-fiestamuy-elemental.html>
- <https://clickmica.fundaciondescubre.es/recursos/interactivos/forma-la-molecula/>
- http://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-shapes/latest/molecule-shapes_en.html
- <https://clickmica.fundaciondescubre.es/conoce/100-preguntas-100-respuestas/como-se-forman-los-enlaces-quimicos/>
- <https://clickmica.fundaciondescubre.es/recursos/unidades-didacticas/conductores-y-aislantes-2/>
- <https://clickmica.fundaciondescubre.es/recursos/unidades-didacticas/red-cristalina/>
- <https://wp.icmm.csic.es/superconductividad/videos/> (Superconductividad)
- https://www.youtube.com/watch?v=rhx8T5fDUU0&ab_channel=BreakingVlad
- https://www.youtube.com/watch?v=0yTMd9xfzDc&ab_channel=DFIEIPN
- https://www.youtube.com/watch?v=Thzd2YhUkLs&ab_channel=Alfinentend%C3%A9
- https://www.youtube.com/watch?v=eLUOM21Hvys&ab_channel=PROFEARANTXA
- <https://slideplayer.es/slide/14036465/>

6. BIBLIOGRAFÍA

Barker, V. (2000). *Students' reasoning about basic chemical thermodynamics and chemical bonding: what changes occur during a context-based post-16 chemistry course*. International Journal of Science Education, 22(11), 1171-1200.

Birk, J. y Kurtz, M. (1999). *Effect of experience on retention and elimination of misconceptions about molecular structure and bonding*. Journal of Chemical Education, 76 (1), pp. 124-128.

Coll, R. K. y Taylor, N. (2001). *Alternative conceptions of chemical bonding held by upper secondary and tertiary students*. Research in Science & Technological Education, 19(2), 171-191.

Coll, R. K. y Treagust, D. F. (2001). *Learners' Use of Analogy and Alternative Conceptions for Chemical Bonding*. Australian Science Teachers Journal 48 (1), 24–32.

De Posada, J. M. (1993). *Concepciones de los alumnos de 15-18 años sobre la estructura interna de la materia en el estado sólido*. Enseñanza de las Ciencias 11(1), 12-19.

De Posada, J. M. (1999). *Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. Problemas de aprendizaje*. Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas, 227-245.

Ferrés Gurt, C., Marbà Tallada, A., & Sanmartí Puig, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias.*, 12(1), 22–37. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.03

González-Felipe, M. E. (2018). *El enlace químico en la educación secundaria. Estrategias didácticas que permitan superar las dificultades de aprendizaje*.

Gobert, J. D.; Buckley, M. (2000). *Introduction to model-based teaching and learning in science education*, International Journal of Science Education, 22(9), 891–894.

González-Felipe, M. E., Aguirre-Pérez, C., Fernández-César, R., & Vázquez-Moliní, A. M. (2018). *Concepciones alternativas de los alumnos de educación secundaria sobre el enlace químico*. Didácticas Específicas.

Lazo, L., & Zúñiga, N. (2013). *Estudio sobre las concepciones alternativas de enlace químico en alumnos de enseñanza media y enseñanza universitaria*. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, (Extra), 1870-1876.

Levy Nahum, T., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R. y Bar-Dov, Z. (2004). *Can final examinations amplify students' misconceptions in chemistry*. Chemistry Education: Research and Practice, 5(3), 301-325.

Marín, N.; Solano, I.; Jiménez, E. (1999). *Tirando del hilo de la madeja constructivista*. Enseñanza de las Ciencias, 17 (3), 479–492.

Nakamatsu, J. (2012). *Reflexiones sobre la enseñanza de la Química*. En Blanco&Negro Revista sobre Docencia Universitaria, 3(2), 38-46

Pavón Martínez, F., Martínez Aznar, M.M. (2014). *La metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI): una propuesta indagativa para desarrollar la competencia científica en alumnos que cursan un programa de diversificación*. Enseñanza de las Ciencias, 32.3, pp. 469-492 <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1290>

Peterson, R.F. y Treagust, D.F. (1989). *Grade-12 Students' misconceptions of covalent bonding and structure*. Journal of Chemical Education 66(6), 459-460.

Pinto, G. (2016). *Identificación y comprensión de la estructura y el tipo de enlace*. Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales, 86, 28-33.

Principia. Centro de ciencia. (2018). *Red cristalina*. Principia, <https://www.principia-malaga.com/seccion/latest-eventos/talleres/>.
<https://clickmica.fundaciondescubre.es/recursos/unidades-didacticas/red-cristalina/>

Taber, K. S. (1997). *Student understanding of ionic bonding: molecular versus electrostatic framework?*. School Science Review, 78(285), 85-95

Tan, K. C. D., y Treagust, D. F. (1999). *Evaluating students' understanding of chemical bonding*.

Zarené, M. (2018). *Unidad 3: Enlace químico*. Slideplayer. Recuperado 8 de diciembre de 2022, de <https://slideplayer.es/slide/14036465/>

ANEXO 1: INDICADORES DE EVALUACIÓN

A continuación, se establece una relación entre las distintas actividades y las competencias que se trabajan en ellas, así como los criterios de evaluación que se persiguen a la hora de llevar a cabo dichas actividades de evaluación en relación con los contenidos de la Secuencia Didáctica.

Competencias y descriptores de las actividades.

- **Actividad 1.** C1 (Stem 2 y CPSAA 4), C2 (STEM 2, CPSAA 4) y C6 (STEM 2, CPSAA 4).
- **Actividad 2.** C1 (CCL1, STEM 2 SEM 4), C2 (CCL1, STEM 2), C5 (CCL5, STEM 3, CPSAA 3) y C3 (STEM4)
- **Actividad 3.** C1 (STEM2, STEM 4, CPSAA 4) y C4 (CCL2, STEM 4, CD2)
- **Actividad 4.** C1 (STEM4) C4 (CCL2, STEM 4, CD2)
- **Actividad 5.** C1 (CCL1, STEM4, CPSAA4)
- **Actividad 6.** C1 (CCL1, STEM4 y CPSAA4), C2 (CCL1, CPSAA4) y C4 (CCL2, STEM4)
- **Actividad 7.** C1 (STEM2, STEM4, CPSAA4) y C6 (STEM2, CPSAA4)

Competencias y descriptores de las actividades de evaluación

- **Actividad 1.** C1 (STEM2, STEM4, CPSAA4) y C2 (STEM2)
- **Actividad 2.** C1 (STEM2, STEM 4, CPSAA4) y C2 (STEM2)
- **Actividad 3.** C1 (STEM2, STEM4, CPSAA4) y C2 (STEM2)
- **Actividad 4.** C5 (CCL5, STEM3, CD3, CPSAA4) y C4 (CCL2, STEM4, CD2, CPSAA3)

ANEXO 2: COMPETENCIAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

En este anexo se indican las competencias específicas para la asignatura de Física y Química correspondientes al curso de cuarto de la ESO. Más adelante, también se indican los criterios de evaluación. Toda la información ha sido extraída del BOE; en concreto del Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo.

Competencias específicas

1. Comprender y relacionar los motivos por los que ocurren los principales fenómenos físico-químicos del entorno, explicándolos en términos de las leyes y teorías científicas adecuadas, para resolver problemas con el fin de aplicarlas para mejorar la realidad cercana y la calidad de vida humana.
2. Expresar las observaciones realizadas por el alumnado en forma de preguntas, formulando hipótesis para explicarlas y demostrando dichas hipótesis a través de la experimentación científica, la indagación y la búsqueda de evidencias, para desarrollar los razonamientos propios del pensamiento científico y mejorar las destrezas en el uso de las metodologías científicas.
3. Manejar con soltura las reglas y normas básicas de la física y la química en lo referente al lenguaje de la IUPAC, al lenguaje matemático, al empleo de unidades de medida correctas, al uso seguro del laboratorio y a la interpretación y producción de datos e información en diferentes formatos y fuentes, para reconocer el carácter universal y transversal del lenguaje científico y la necesidad de una comunicación fiable en investigación y ciencia entre diferentes países y culturas.
4. Utilizar de forma crítica, eficiente y segura plataformas digitales y recursos variados, tanto para el trabajo individual como en equipo, para fomentar la creatividad, el desarrollo personal y el aprendizaje individual y social, mediante la consulta de información, la creación de materiales y la comunicación efectiva en los diferentes entornos de aprendizaje.
5. Utilizar las estrategias propias del trabajo colaborativo, potenciando el crecimiento entre iguales como base emprendedora de una comunidad científica crítica, ética y eficiente, para comprender la importancia de la ciencia en la mejora de la sociedad, las aplicaciones y repercusiones de los avances científicos, la preservación de la salud y la conservación sostenible del medio ambiente.
6. Comprender y valorar la ciencia como una construcción colectiva en continuo cambio y evolución, en la que no solo participan las personas dedicadas a ella, sino que

también requiere de una interacción con el resto de la sociedad, para obtener resultados que repercutan en el avance tecnológico, económico, ambiental y social.

Criterios de evaluación

Competencia específica 1.

1.1 Comprender y explicar con rigor los fenómenos fisicoquímicos cotidianos a partir de los principios, teorías y leyes científicas adecuadas, expresándolos de manera argumentada, utilizando diversidad de soportes y medios de comunicación.

1.2 Resolver los problemas fisicoquímicos planteados mediante las leyes y teorías científicas adecuadas, razonando los procedimientos utilizados para encontrar las soluciones y expresando los resultados con corrección y precisión.

1.3 Reconocer y describir situaciones problemáticas reales de índole científica y emprender iniciativas colaborativas en las que la ciencia, y en particular la física y la química, pueden contribuir a su solución, analizando críticamente su impacto en la sociedad y en el medio ambiente.

Competencia específica 2.

2.1 Emplear las metodologías propias de la ciencia en la identificación y descripción de fenómenos científicos a partir de situaciones tanto observadas en el mundo natural como planteadas a través de enunciados con información textual, gráfica o numérica.

2.2 Predecir, para las cuestiones planteadas, respuestas que se puedan comprobar con las herramientas y conocimientos adquiridos, tanto de forma experimental como deductiva, aplicando el razonamiento lógico-matemático en su proceso de validación.

2.3 Aplicar las leyes y teorías científicas más importantes para validar hipótesis de manera informada y coherente con el conocimiento científico existente, diseñando los procedimientos experimentales o deductivos necesarios para resolverlas y analizando los resultados críticamente.

Competencia específica 3.

3.1 Emplear fuentes variadas fiables y seguras para seleccionar, interpretar, organizar y comunicar información relativa a un proceso fisicoquímico concreto, relacionando entre sí lo que cada una de ellas contiene, extrayendo en cada caso lo más relevante para la resolución de un problema y desechando todo lo que sea irrelevante.

3.2 Utilizar adecuadamente las reglas básicas de la física y la química, incluyendo el uso correcto de varios sistemas de unidades, las herramientas matemáticas necesarias y las reglas de nomenclatura avanzadas, consiguiendo una comunicación efectiva con toda la comunidad científica.

3.3 Aplicar con rigor las normas de uso de los espacios específicos de la ciencia, como el laboratorio de física y química, asegurando la salud propia y colectiva, la conservación sostenible del medio ambiente y el cuidado por las instalaciones.

Competencia específica 4.

4.1 Utilizar de forma eficiente recursos variados, tradicionales y digitales, mejorando el aprendizaje autónomo y la interacción con otros miembros de la comunidad educativa, de forma rigurosa y respetuosa y analizando críticamente las aportaciones de cada participante.

4.2 Trabajar de forma versátil con medios variados, tradicionales y digitales, en la consulta de información y la creación de contenidos, seleccionando y empleando con criterio las fuentes y herramientas más fiables, desechando las menos adecuadas y mejorando el aprendizaje propio y colectivo.

Competencia específica 5.

5.1 Establecer interacciones constructivas y coeducativas, emprendiendo actividades de cooperación e iniciando el uso de las estrategias propias del trabajo colaborativo, como forma de construir un medio de trabajo eficiente en la ciencia.

5.2 Empezar, de forma autónoma y de acuerdo a la metodología adecuada, proyectos científicos que involucren al alumnado en la mejora de la sociedad y que creen valor para el individuo y para la comunidad.

Competencia específica 6.

6.1 Reconocer y valorar, a través del análisis histórico de los avances científicos logrados por mujeres y hombres, así como de situaciones y contextos actuales (líneas de investigación, instituciones científicas, etc.), que la ciencia es un proceso en permanente construcción y que esta tiene repercusiones e implicaciones importantes sobre la sociedad actual.

6.2 Detectar las necesidades tecnológicas, ambientales, económicas y sociales más importantes que demanda la sociedad, entendiendo la capacidad de la ciencia para darles solución sostenible a través de la implicación de la ciudadanía.

ANEXO 3: UNA FIESTA MUY ELEMENTAL

UNA FIESTA MUY ELEMENTAL

Todos los elementos invitados a la fiesta habían acudido, desde el más liviano, el hidrógeno, hasta uno de los más pesados, el uranio. Todos lucían muy elegantes, ya que era una buena ocasión para impresionar y así conseguir amistades o pareja. Los "señores" como el flúor y el cloro, eran de los más activos porque al contar con 7 electrones en su última capa energética gozaban de mejores atributos químicos para llamar la atención y entrar a reaccionar; claro que también hay otros como el cesio, el francio, el rubidio, el potasio y el sodio que son muy activos y se dejan conquistar con el primer acercamiento.

Como ocurre en todas las reuniones, se forman grupos aislados, muy apáticos que no saludan, no le hablan a nadie: estos son los apodados **gases inertes**, que no se interesan por nadie puesto que se ufanan de ser autosuficientes; es decir se sienten estables energéticamente al tener 8 electrones en su última órbita. Son los únicos que desde su nacimiento cumplen con **la regla del octeto**. Al transcurrir la fiesta se empiezan a notar elementos entusiasmados a reaccionar con otros para unirse o enlazarse y así formar una familia (que sería una **molécula**). Las uniones se originan como resultado de las interacciones que pueden ser atracciones o repulsiones mutuas entre electrones. El objetivo del matrimonio químico es similar al social: se realiza para acompañarse y alcanzar una estructura más estable, o sea un estado de menor energía. En la búsqueda de la pareja, juega un papel muy importante la apariencia física, entendida esta como la parte que el átomo deja ver, es decir la parte externa...el vestido, pues en muchos casos hay atracción y amor a primera vista (el vestido del átomo son **los electrones de valencia**).

Además de la apariencia física, también cuenta la personalidad del elemento, en este caso la **electronegatividad** o capacidad que posee un átomo para atraer electrones del enlace. Mediante esta propiedad definimos un elemento como buena, regular o mala persona. Si el valor de la electronegatividad es bajo, el elemento es como una persona positiva que dona sus electrones, como por ejemplo, los de los grupos 1 y 2 de la tabla (alcalinos y alcalinotérreos) Si la electronegatividad es alta, se tiene un elemento negativo que roba electrones del enlace, como los no metálicos. El elemento más negativo es el flúor, con una electronegatividad de 4. Al aumentar el calor de la fiesta o su energía, ya se comienza a ver parejas de átomos. La primera unión que se ve es la formación de la sal común, donde el cloro con un bonito traje de 7 electrones, "conquista" al sodio, elemento que queda positivo al entrar en contacto con el que le cede el único electrón de su capa externa para estabilizarse al quedar con 8 electrones en el último nivel. Dicha unión se clasifica **como enlace iónico o electrovalente**. De un modo similar se concretan otras uniones como ser: CsF, NaF, LiCl,

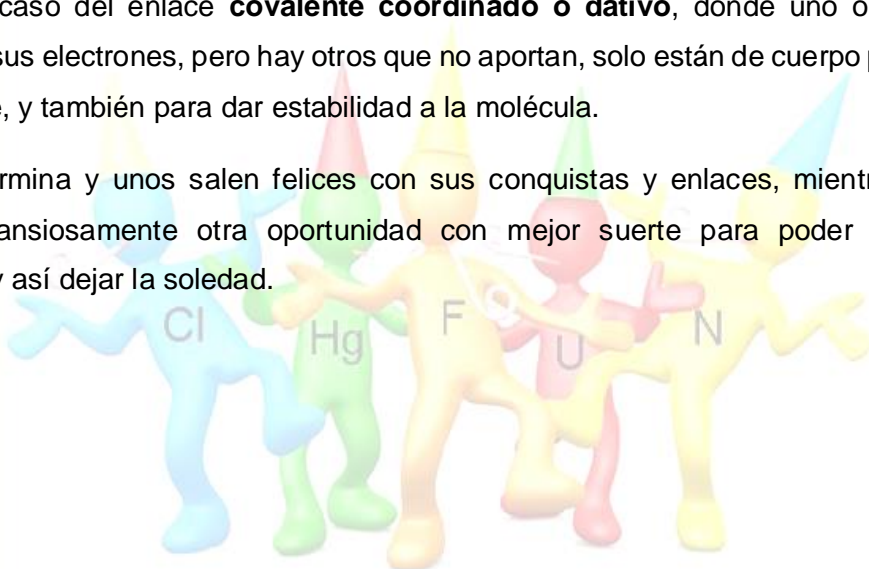
KCl, etc. Como norma general se tiene que el matrimonio iónico ocurre cuando los dos átomos tienen una diferencia de electronegatividad mayor a 1,7. Siguiendo los sucesos de la fiesta, se observa que en algunos metales sus átomos se unen entre ellos mismos, formando agregados, en los que cada átomo aporta sus electrones de la capa externa formando así iones positivos; dichos electrones actúan también como una nube electrónica que se desplaza por todo el metal para estabilizar el agregado. Este tipo de unión se denomina **enlace metálico**.

Otras parejas que se formaron fueron las de los no metales entre ellos mismos o con otros, por ejemplo O_2 , N_2 , CO_2 , Cl_2 , H_2O . Estos enlaces son parecidos a un matrimonio donde se requiere igualdad de condiciones para los esposos; los átomos que se unen poseen electronegatividad semejante, y por consiguiente los electrones del enlace son compartidos mutuamente. Este tipo de **unión** es la **covalente**.

En un matrimonio ideal hay comprensión y ayuda, ninguna se recarga o se aventaja; en esta situación hay un enlace **covalente no polar**. Allí las electronegatividades de los miembros de la pareja son semejantes, como sucede cuando los dos átomos son iguales: cloro con cloro, oxígeno con oxígeno, etc. No obstante, en muchos noviazgos y matrimonios, una persona tiende a dominar a la otra, aunque no totalmente; en este caso tendríamos una polarización del mando, por lo que el enlace se llamaría **covalente polar**. En este tipo de enlace un átomo es parcialmente positivo y otro parcialmente negativo, como por ejemplo el agua, los hidrácidos (HCl , HF , HBr), etc.

Un grupo de elementos se dedicó a tomar licor, acabando con todas las existencias, por lo que decidieron unirse para conseguir dinero y comprar más tragos. En el grupo del H_2SO_4 todos dieron su cuota, excepto 2 átomos de oxígeno que se hicieron los locos y no colaboraron. Solo estaba de zánganos que vieron la forma de aprovecharse de los demás. Este es el caso del enlace **covalente coordinado o dativo**, donde uno o más átomos comparten sus electrones, pero hay otros que no aportan, solo están de cuerpo presente para beneficiarse, y también para dar estabilidad a la molécula.

La fiesta termina y unos salen felices con sus conquistas y enlaces, mientras que otros esperaran ansiosamente otra oportunidad con mejor suerte para poder interactuar o reaccionar y así dejar la soledad.



ANEXO 4: RÚBRICA PARA LA EVALUACIÓN DE TRABAJOS DE INDAGACIÓN.

0	No identifica problemas o no plantea problemas o plantea problemas inabordable	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS INVESTIGABLES
1	Plantea problemas con formulación ambigua o genérica o mal formulados	
2	Identifica problemas de investigación adecuados y concreta interrogantes	
0	No plantea hipótesis o no identifica hipótesis o plantea hipótesis sin sentido	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS
1	Plantea hipótesis sin relación con el problema o los objetivos	
2	Formula hipótesis ambiguas o con errores de lógica o mal formuladas o solo emite predicciones	
3	Plantea hipótesis en forma de deducción y que encajan con los problemas de investigación	
4	Plantea hipótesis que encajan con el problema de investigación y las describe en forma de deducción y con referencia al modelo: "Si pensamos que... entonces si... observaremos que..."	
0	El diseño debería contemplar variables y no las tiene en cuenta	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES
1	No identifica ni VI ni VD o no las sabe concretar a pesar de haberlas considerado en el diseño	
2	Confunde VI y VD o propone VI y VD que no encajan con las hipótesis formuladas	
3	Identifica VI y VD pero de manera inconcreta o imprecisa	
4	Identifica y define VI y VD apropiadas, que encajan con las hipótesis	
0	No hay o no propone diseño experimental o metodológico o lo hay pero no lo identifica	PLANIFICACIÓN DE INVESTIGACIÓN
1	El diseño metodológico no permite comprobar las hipótesis	
2	El diseño metodológico solo permite una comprobación parcial de las hipótesis	
3	El diseño metodológico ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, pero no propone réplicas ni explícita controles o el control es incompleto o descripción incompleta del diseño	
4	El diseño metodológico ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, con réplicas y control	
0	No ha recogido datos de investigación: ni los ha generado en experimentos u observaciones ni los ha obtenido de fuentes de datos	RECOGIDA Y PROCESAMIENTO DE DATOS
1	Recogida de datos incompleta, con falta de precisión, o con déficits en la aplicación de técnicas y medidas, tratamiento inadecuado o incompleto de los datos, gráficos sin títulos o con títulos inadecuados y cálculos con incorrecciones	
2	Recogida de datos con errores o imprecisiones o que muestra falta de comprensión de los procedimientos y/o con evidencia de falta de relación entre los datos y las hipótesis testadas, pero con tratamiento adecuado de los datos y la representación gráfica	
3	Recogida de datos metódica, con buena comprensión y ejecución de las técnicas y medidas, que aportan datos relacionados con las hipótesis, con buen tratamiento matemático y gráfico, pero sin réplicas y con control insuficiente	
4	Recogida de datos metódica, adecuada y suficiente con buena comprensión y ejecución de las técnicas y medidas, buen tratamiento matemático y gráfico de los datos, y con réplicas y controles	
0	Sin análisis de datos	ANÁLISIS DE DATOS Y OBTENCIÓN DE CONCLUSIONES
1	Análisis deficiente y conclusiones no fundamentadas en datos	
2	Conclusiones muy similares a los resultados, sin interpretación ni análisis de datos. No coordina justificaciones teóricas con pruebas empíricas	
3	Análisis incompleto o poco fundamentado en los datos o basado en datos poco fiables, "simplista"...	
4	Análisis de datos bien fundamentado y conclusiones basadas en pruebas. Coordina justificaciones teóricas con pruebas empíricas	
0	No sabe describir las características de los procesos de indagación científica	METARREFLEXIÓN
1	Descripción incompleta de características de un proceso de indagación o con confusión de conceptos, ideas puramente inductivistas y poca o nula referencia a conceptos científicos	
2	Buena descripción de los procesos de indagación, con referencia a conceptos científicos tanto para formular hipótesis como en el análisis de datos y la argumentación de conclusiones, que no surgen simplemente de procesos de inducción	

(Ferrés Gurt et al., 2015)

