

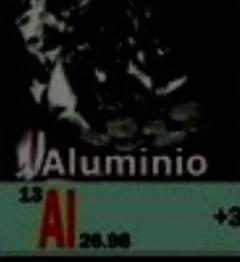
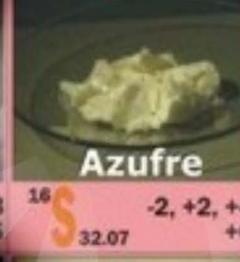
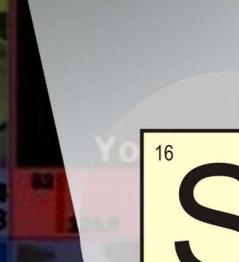
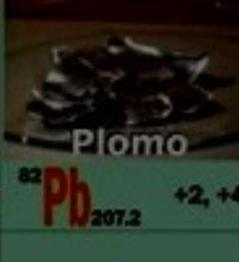
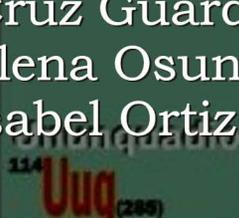
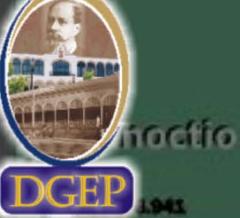
# Química General

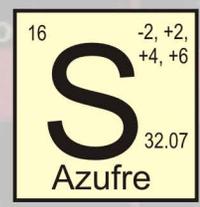
Un nuevo enfoque en la enseñanza de la química

Javier Cruz Guardado, María Elena Osuna Sánchez y Jesús Isabel Ortiz Robles

Un nuevo enfoque en la enseñanza de la química

Química General

IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
 Boro 5 B 10.81 +1, +3	 Carbono 6 C 12.01 -4, +2, +4	 Nitrógeno 7 N 14.01 -3, +1, +2 +3, +4, +5	 Oxígeno 8 O 16.00 -2, -1	 Flúor 9 F 19.00 -1	 Helio 2 He 4.003 +0
 Aluminio 13 Al 26.98 +3	 Silicio 14 Si 28.09 -4, +4	 Fósforo 15 P 30.97 -3, +1, +3 +5	 Azufre 16 S 32.07 -2, +2, +4 +6	 Cloro 17 Cl 35.45 -1, +1, +3 +5, +7	 Argón 18 Ar 39.95 0
 Galio 31 Ga 69.72 +3	 Germanio 32 Ge 72.64 -4, +4	 Arsénico 33 As 74.92 -3, +3, +5	 Selenio 34 Se 78.96 -2, +2, +4 +6	 Bromo 35 Br 79.90 -1, +1, +3 +5, +7	 Kriptón 36 Kr 83.80 +2, +4
 Indio 49 In 114.82 +1, +3	 Estaño 50 Sn 118.71 +2, +4	 Antimonio 51 Sb 121.76 -3, +3, +5	 Telurio 52 Te 127.60 -2, +2, +4 +6	 Yodo 53 I 126.90 -1, +1, +3 +5, +7	 Xenón 54 Xe 131.29 +2, +4, +6
 Talio 81 Tl 204.38 +1, +3	 Plomo 82 Pb 207.2 +2, +4	 Bismuto 83 Bi 208.98 +3, +5	 Polonio 84 Po (209) +2	 Astatio 85 At (210) -1	 Radón 86 Rn (222) 0
 Ununtrio 113 Uut (284)	 Ununquadio 114 Uuq (285)	 Ununpentio 115 Uup (286)	 Ununhexio 116 Uuh (288)	 Ununseptio 117 Uus (7)	 Ununoctio 118 Uuo (294)



Javier Cruz Guardado  
María Elena Osuna Sánchez  
Jesús Isabel Ortiz Robles



## **QUÍMICA GENERAL**

*Un nuevo enfoque en la enseñanza de la Química*

Portada: Rasma Medina Santillanes y Enrique Gutiérrez Moreno

Corrección de estilo y ortografía: Javier Cruz Guardado

Cuidado de la edición: Javier Cruz Guardado, María Elena Osuna Sánchez y Jesús Isabel Ortíz Robles.

1ª edición, 2007

2ª edición corregida, 2008

Dirección General de Escuelas Preparatorias

Universidad Autónoma de Sinaloa

Ciudad Universitaria, Circuito Interior Ote. S/N

Culiacán, Sinaloa, México.

Impreso en México

Once Ríos Editores

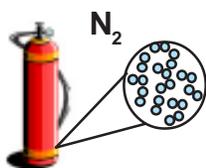
Río Usumacinta 821 Col. Industrial Bravo

Culiacán de Rosales, Sinaloa, México.

# Contenido

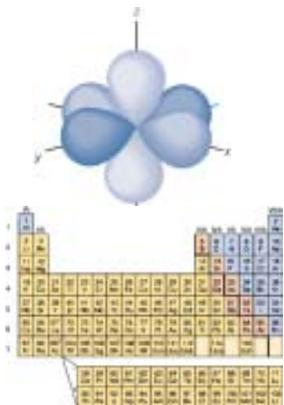
## Prólogo

### 1. La materia: niveles macroscópico, submicroscópico y simbólico



1.1	Objeto, campo y método de estudio de la química -----	13
1.2	Ciencia y tecnología: riesgos y beneficios -----	18
1.3	La naturaleza de la materia -----	21
1.3.1	Naturaleza corpuscular de la materia -----	21
1.3.2	Teoría cinética corpuscular -----	22
1.3.3	Estados y cambios de agregación de la materia -----	24
1.3.4	Clasificación de la materia -----	40
1.3.4.1	Nivel macroscópico (elementos, compuestos y mezclas)	40
1.3.4.2	Nivel submicroscópico (átomos, iones y moléculas) ----	40
1.4	Propiedades de la materia -----	53
1.4.1	Propiedades generales: masa, peso y volumen -----	53
1.4.2	Propiedades específicas: -----	53
	densidad, punto de ebullición y de fusión.	

### 2. Estructura de la materia y tabla periódica



2.1	El átomo y sus modelos -----	70
	(desde los filósofos griegos hasta Rutherford)	
2.2	Partículas subatómicas -----	82
2.3	Número atómico, número de masa y número de neutrones -----	84
2.3.1	Los isótopos, aplicaciones e implicaciones: beneficios y -	87
	riesgos	
2.4	Modelo atómico de Bohr y la teoría cuántica de Max Planck-----	91
2.4.1	Niveles de energía -----	93
2.5	Modelo mecanocuántico -----	97
2.5.1	Subniveles de energía y orbitales atómicos -----	99
2.5.2	Reglas para el llenado electrónico -----	103
2.6	Configuraciones electrónicas -----	107
2.6.1	Configuraciones electrónicas y ubicación de los elementos ---	115
	representativos y de transición en la tabla periódica	
2.7	Características de metales, no metales y metaloides: -----	122
	importancia biológica, económica y social.	
2.8	Características de elementos representativos y de transición -	133
2.9	Propiedades periódicas -----	147

### 3. Enlace químico y nomenclatura



<b>3.1</b>	Enlace químico y electrones de valencia -----	156
<b>3.2</b>	Estructura de Lewis y regla del octeto ----- para átomos e iones de elementos representativos	159
<b>3.3</b>	Enlace covalente -----	162
<b>3.3.1</b>	Compuestos covalentes: ----- anhídridos, oxiácidos, hidrácidos, hidruros covalentes	172
<b>3.4</b>	Enlace iónico -----	180
<b>3.4.1</b>	Compuestos iónicos: ----- óxidos, hidróxidos, sales e hidruros	182
<b>3.5</b>	Enlace metálico -----	197
<b>3.6</b>	Enlaces intermoleculares -----	198
<b>3.6.1</b>	Fuerzas de van der Waals. -----	198
<b>3.6.2</b>	Enlace puente de hidrógeno -----	199

### Anexos



<b>Anexo 1</b>	El extraño caso del chico radiactivo -----	209
<b>Anexo 2</b>	Serie radiactiva del uranio -----	212
<b>Anexo 3</b>	Espín nuclear e imágenes por resonancia magnética -----	213
<b>Anexo 4</b>	El cloruro de sodio: un compuesto iónico común -----	214
<b>Anexo 5</b>	Los elementos transuránicos -----	217
<b>Anexo 6</b>	Mapas conceptuales -----	218
<b>Bibliografía</b>	-----	220

# Química General

## *Un nuevo enfoque en la enseñanza de la Química*

### Presentación

Este libro de Química General fue elaborado en el marco de la implementación del nuevo diseño curricular del Bachillerato 2006, el cual busca plantear un nuevo enfoque en la enseñanza de la Química. El planteamiento central de esta propuesta, consiste en utilizar los tres niveles de representación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química en la búsqueda de una mejor comprensión de esta ciencia por los estudiantes.

**Nivel macroscópico.** A este nivel pertenece el mundo de los hechos o lo concreto, por tanto, es al que mayor acceso tienen los estudiantes, está referido a todo aquello que podemos observar directamente mediante nuestros sentidos

**Nivel submicroscópico.** Pertenece el mundo de los modelos y las teorías. En Química es común el uso de modelos físicos y de representación asistida por computadora, para interpretar los cambios que ocurren en la naturaleza. Todo esto debido a la imposibilidad de observar a los átomos, moléculas e iones.

**Nivel simbólico.** Este nivel representa el mundo del lenguaje y de los símbolos. Es de lo más abstractos, en él se utilizan símbolos químicos para describir lo que sucede en una reacción química a nivel submicroscópico.

Además, esta obra pone a disposición estrategias didácticas que orientan a la formación de habilidades del razonamiento crítico, de búsqueda de información, de trabajo colaborativo, de resolución de problemas teóricos y experimentales: compruébalo tu mismo, ejercicios de autoevaluación, esto con la finalidad de que los estudiantes confronten y/o reafirmen sus aprendizajes. Cuenta además, con pequeños apartados que nos muestran información adicional al tema, como pueden ser datos, cifras, biografías de científicos: ¿Sabías qué..., conozca más, Se abordan de manera transversal aspectos que atiendan la problemática ambiental a través de propiciar la reflexión y la acción para desarrollar una actitud más positiva hacia nuestro entorno, hacia el logro de un desarrollo sostenible.

Finalmente sería muy gratificante e importante poder cumplir con el propósito de ofrecer de manera didáctica, atractiva e interesante los diferentes tipos de contenidos, además de proporcionar al estudiante y al facilitador materiales que permitan promover aprendizajes en activo y en colaborativo. Consideramos que el enriquecimiento de esta obra se ve reflejada gracias a la labor realizada de manera colectiva y colegiada por los profesores de la academia de química, quienes de manera entusiasta se sumaron a esta noble tarea.

**Los autores**

## **Colaboradores**

Nuestro agradecimiento y reconocimiento a los **profesores colaboradores** por sus valiosas aportaciones al enriquecimiento de esta obra.

De manera muy especial a nuestra compañera Eva Delia Elenes Pérez, por sus valiosos comentarios y aportaciones. A Rasma Medina Santillanes y Enrique Gutiérrez Moreno, por su apoyo incondicional en el diseño gráfico para el mejoramiento del libro.

Un merecido y especial reconocimiento a los compañeros profesores de la Preparatoria Central Diurna, Hnos. Flores Magón y Preparatoria Central Nocturna que gracias a su importante trabajo como grupo piloto en la implementación del nuevo diseño curricular 2006, pudieron utilizar los primeros materiales, revisarlos y aportar las sugerencias y comentarios que fueron de gran valor para el enriquecimiento de esta obra.

### **Profesores participantes de la Preparatoria Central Diurna**

Gloria Fca. Navarrete Sarabia, Ana Cecilia Méndez Monzón, Angélica María Félix Madrigal, Adolfo Pérez Higuera, Dolores Azucena López Duarte, Bertha Alicia Valenzuela Uzeta, Xiomara Karina Perales Sánchez, Olga Alarcón Pineda, E. Sayoko Kitaoka Lga, Dalma Lorena Hernández Q., Gilberto García Ramírez y Alejandra Manjarrez González.

### **Profesores participantes de la Preparatoria Hnos. Flores Magón**

Felipa Acosta Ríos, Alfredo Cabrera Hernández, Ana Edith Ayala Rodríguez, Blanca Delia Coronel M., César Cabrera Jáuregui, José de la Luz Castro Zavala y Jesús Paul Ríos Urias.

### **Profesores participantes de la Preparatoria Central Nocturna**

Silvino Valdez Inda, Filomeno Pérez Pérez, Gloria Maribel Zavala Bejarano Jenny Salomón Aguilar, Francisca Villa Castillo, Jorge Rafael Linares Amarillas, Leobardo Hernández Martínez, Rosario Beltrán Ruiz y Carlos Lenin Lin.

### **Profesores participantes de la Preparatoria Emiliano Zapata**

A los cuales agradecemos de manera muy especial por sus valiosas aportaciones, que permitieron mejorar esta propuesta.

Jesús Isabel Ortiz Robles, Edelia Godínez Martínez, Altagracia Cabrera Bernal, Elizabeth Rodríguez Rodríguez, Griselda Zavala Bejarano, Abel Denny Castro Romo, Ana Edith Ayala Rodríguez.

Contribuyeron de manera muy importante en el mejoramiento de esta obra, los profesores participantes en las reuniones y foros zonales, a los cuales les agradecemos su colaboración y disponibilidad para el trabajo académico.

### **Profesores participantes de la Preparatoria Rubén Jaramillo**

Celia Monárrez García, Patricia Zapata Esquivel, Anabel Romero Ibarra, Blanca Gutiérrez Ruiz, Rosalío Carrasco Macias, Félix Francisco Aguirre y Asia Cecilia Carrasco Valenzuela.

### **Profesores participantes de la Preparatoria Mazatlán**

Maura Elena Velázquez, Rosa R. Romero Castañeda, Herminia Ochoa Sarabia.

**Profesores participantes de la Preparatoria Víctor Manuel Tirado López**

Hugo E. Rivera, Martín Sarabia Zambrano

**Profesores participantes de la Preparatoria Escuinapa**

Evaristo Estrada Tejeda

**Profesores participantes de la Preparatoria Guasave Diurna**

María Luisa González Verdugo, Nora Leyva Leyva

**Profesores participantes de la Preparatoria Guasave Nocturna**

Rocío Cervantes Cervantes

**Profesores participantes de la Preparatoria «La Reforma»**

Ramón Camacho Leyva

**Profesores participantes de la Preparatoria Guamuchil**

Carmen Imelda Parra Ramírez, Leticia Márquez Martínez

**Profesores participantes de la Preparatoria Angostura**

Juan Ariosto Quiroa Ceyca.

**Profesores participantes de la Preparatoria Navolato**

María de Jesús Moreno Alcázar, Angélica María Lázare González, Enedina Leyva Meléndrez,  
Margarita Soria Gritti

**Profesores participantes de la Preparatoria La Cruz**

Quetzalli Alejandra Hernández Zárate, Maricruz Pérez Lizárraga

**Profesores participantes de la Preparatoria Dr. Salvador Allende**

Ana Alicia Esquivel Leyva, Alfredo Cabrera Hernández, Ana A. Cervantes Contreras,  
Alejandra Utrillas Quiroz, Ladislao Romero Bojórquez

**Preparatoria Heraclio Bernal**

Alfredo Herrera, Arreola Mara Sandra Araceli, Ana Elizabeth Arroyo E.

**Profesores participantes de la Preparatoria Genaro Vázquez**

María Lourdes López Machado, Consuelo García Aguilar.

**Profesores participantes de la Preparatoria A. C. Sandino-R.Buelna**

Grimalda Sánchez Romo.

**Preparatoria Vladimir Ilich Lenin**

Alondra Castro Morales, Martín Camilo Camacho Ramírez

**Preparatoria Victoria del Pueblo**

Blanca Leticia Sánchez Silva.

**Preparatoria 8 de julio-Gabino Barreda**

Nereyda Díaz Gustavo, Jesús María Medina Ramírez

**Profesores participantes de la Preparatoria Juan José Ríos**

Conrado Alfonso Díaz Acosta, Carlos Valdez Miranda

**Profesores participantes de la Preparatoria Ruiz Cortines**

Ángel Rafael Álvarez Paz, Waldo Apodaca Medina, María del Rosario Mascareño Mendoza, Waldo Muñoz Espinoza, Juan Manuel Bojorquez García, Elmidelia Espinoza López, Rosa Imelda Moreno Flores.

**Profesores participantes de la Preparatoria Mochis**

Jorge Alberto Rodríguez Escobedo, Marcos Alfredo Lara Flores, Celso Olais Leal, Alfredo Valdez Gaxiola, Fco. Lenin Orizaba Franco

**Profesores participantes de la Preparatoria CU-Mochis**

Reynaldo Castro Angulo

**Profesores participantes de la Preparatoria Choix**

Zenaida Meza Villalba, Carlos Valdez Miranda, Conrado Alfonso Díaz Acosta

**Profesores participantes de la Preparatoria Valle del Carrizo**

Jesús Torres Sumbra, Martín Robles Soto

**Profesores participantes de la Preparatoria El Fuerte**

Jaime Antonio Díaz Aguirre

**Profesores participantes de la Preparatoria San Blas**

Del Rosario de los Ángeles Mora

**Profesores participantes de la Preparatoria Lázaro Cárdenas**

Ribiane Pierre Noël, Juan Gabriel Castro Flores.

Agradecemos profundamente a los Directivos de la Dirección General de Escuelas Preparatorias de la Universidad Autónoma de Sinaloa por el apoyo recibido para la publicación de este libro.

Por último, agradecemos a nuestras familias por su paciencia, comprensión y apoyo durante la realización de esta obra.

Javier Cruz Guardado  
María Elena Osuna Sánchez  
Jesús Isabel Ortíz Robles

**Culiacán de Rosales, Sinaloa, julio de 2008**

## Guía de iconos en el texto

A continuación se presentan algunos de los iconos que aparecerán en cada uno de los temas de las diferentes unidades del libro de *Química General*, que indican el tipo de actividad que deberá desarrollarse, ya sea de manera individual o colaborativa. Así mismo, aparecen al final de cada unidad una actividad complementaria.



Este icono nos indica que la actividad planteada se puede realizar a través de una lluvia o tormenta de ideas.



Cuando aparece este icono, se sugiere que la actividad se realice en pequeños grupos (equipos) o por todo el grupo en su conjunto, si así lo desea el facilitador.



Este icono nos sugiere la elaboración de modelos atómicos, moleculares o de redes cristalinas en equipos pequeños de alumnos.



Un compruébalo tú mismo, nos sugiere la puesta en práctica de pequeños experimentos que se pueden realizar en pequeños grupos o equipos en el laboratorio o en el aula.



Cuando aparece este icono, nos indica que el ejercicio está resuelto, el cual nos da la pauta para resolver otros problemas similares. Sin embargo, se hace hincapié en el uso del razonamiento para resolver el problema. Para lo cual se pide se piense en la información adicional que se requiere para resolverlo y en la estrategia a utilizar.



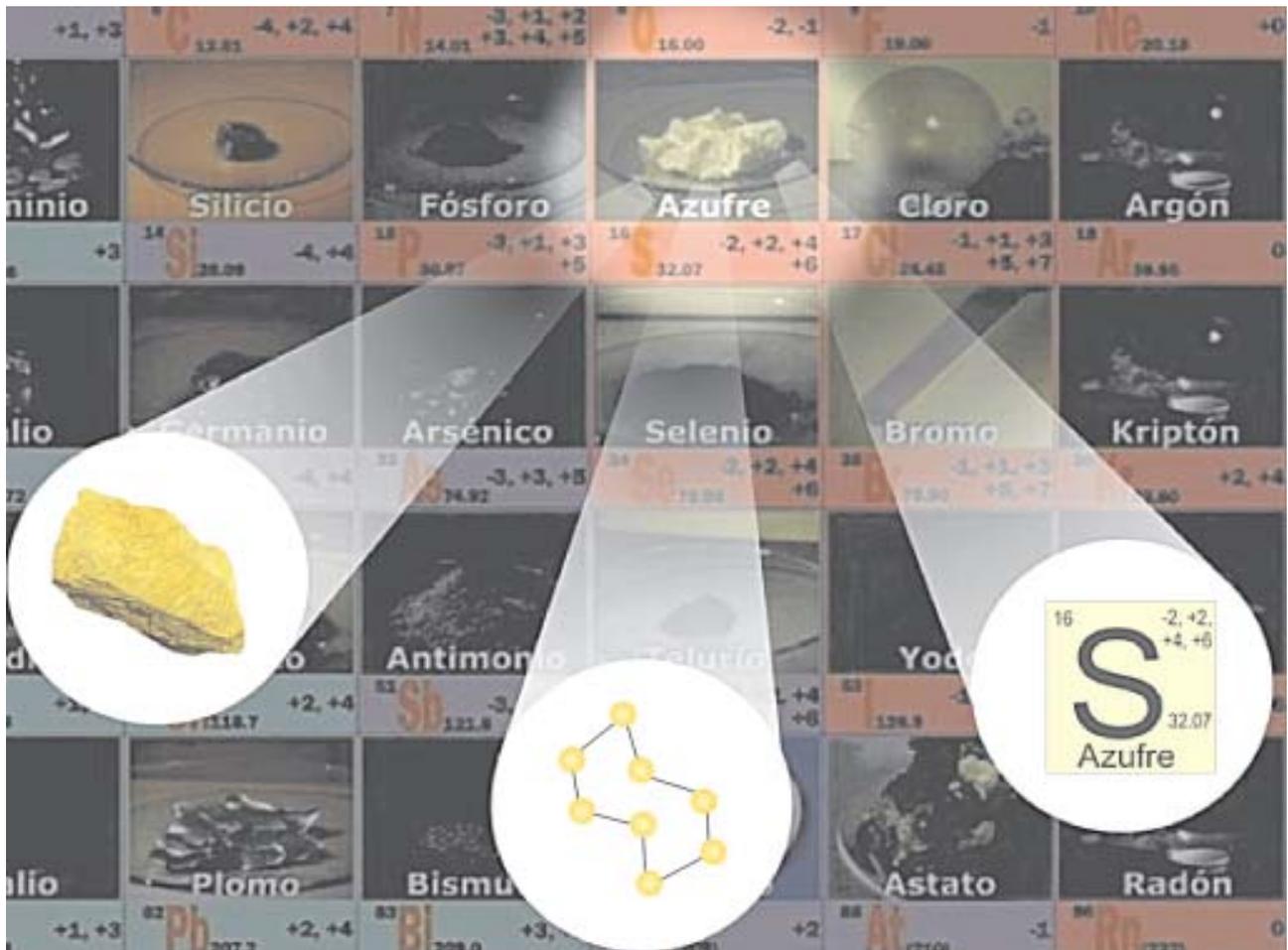
Este icono nos muestra que el ejercicio no está resuelto, en él se nos pide que pensemos en la información adicional y la estrategia a utilizar para resolverlo.

**¿Sabías qué...** Son pequeños apartados que nos muestran información adicional al tema, como pueden ser datos, cifras, etc.

**Conozca más...** Es un apartado donde se pretende mostrar algunos descubrimientos científicos, temas de aplicación de la química en la vida cotidiana. Aquí también se reconoce el trabajo de algunos científicos mexicanos.

# Unidad temática I

La materia:  
niveles macroscópico  
submicroscópico y simbólico





# La materia: niveles macroscópico, submicroscópico y simbólico

El propósito de esta unidad, es el de comprender la naturaleza discontinua y corpuscular de la materia, así como los principios de la teoría cinética corpuscular, para explicar la estructura y los cambios que sufre la misma, haciendo uso de los niveles de representación macro, submicro y simbólico, que a su vez le permitan adquirir una mayor significación de la relación del ser humano con esta ciencia.

## 1.1 Objeto, campo y método de estudio de la Química

Antes de iniciar con el curso de química general, es necesario indagar, cuál es el objeto de estudio de la Química. Para ello, es necesario con la ayuda de tu profesor y a través de una lluvia de ideas, recordar los conceptos más importantes de esta ciencia, conocer sus jerarquías y establecer sus relaciones.



**Actividad 1.1** Elabora un diagrama jerárquico o mapa conceptual que relacione los conceptos propuestos para definir el objeto de estudio de la Química.

Química

Al mirar a nuestro alrededor posiblemente veamos cuerpos materiales de metal, plástico, vidrio y madera, entre otros. Todos estos cuerpos están constituidos de materia.

El Dr. **Plinio Sosa** de la **Facultad de Química de la UNAM**, opina que: «si materia es todo lo que ocupa un lugar en el espacio, ¿entonces una pirámide, los planetas, el cuerpo humano, un gorila, una computadora, un protón, y un quark, son estudiados por la Química?»

¿Tú qué opinas? En realidad, el estudio de la química no abarca tanto. Entonces, ¿cuál es el campo de estudio real de la Química?



Aún cuando se dice que la materia del universo es objeto de estudio de la Química, es necesario precisar que la química es una ciencia cuyo objeto de estudio son las sustancias.

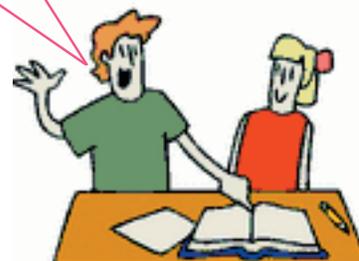
**Pero... ¿qué es un cuerpo material?  
¿Qué es una sustancia?**

En un diccionario podemos encontrar definiciones de material, como la siguiente:

«Un **cuerpo material** es una porción limitada de materia», que puede ser homogéneo o heterogéneo.

El Dr. Plinio Sosa define a los materiales como:

«Son todas las **sustancias** y **mezclas** de sustancias de que están hechos los objetos, los seres y los cuerpos. Un determinado material puede estar constituido por una o varias sustancias. Los materiales que constan de varias sustancias se denominan **mezclas**.



La tierra, por ejemplo es un cuerpo material que contiene muchísimas sustancias, como metales, no metales, óxidos, carbonatos, silicatos, nitratos, fosfatos, entre otros. El ser humano tuvo que aprender a separar las sustancias de este material.

¿Cómo definir **sustancia**?

«Sustancia es un cuerpo material homogéneo que consta de un sólo tipo de componente, y que posee propiedades específicas que la distinguen de las demás»

Los componentes de las sustancias pueden ser pequeñas partículas como, átomos, iones o moléculas. Hasta abril de 2007 había registradas **31,264,839** sustancias orgánicas e inorgánicas. Consulta la siguiente dirección: <http://www.cas.org/cgi-bin/regreport.pl>

**Actividad 1.2** Completa las siguientes frases, utilizando las palabras: una, varias, cobre, mezcla, sustancia, constituyente, estaño.

1. El aire es un cuerpo material que contiene \_\_\_\_\_ sustancias. Por tanto, lo podemos clasificar como \_\_\_\_\_.
2. El agua es un cuerpo material que contiene un sólo \_\_\_\_\_. Por tanto, el agua es \_\_\_\_\_ sustancia.
3. El bronce es un material fabricado por el ser humano, contiene \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_. Por tanto, es una mezcla.

## Conozca más...de nuestros investigadores mexicanos

### Plinio Sosa Fernández

Nació en 1958, en la ciudad de México, D.F., cursó la licenciatura, la maestría y el doctorado en la Facultad de Química de la UNAM. Su trayectoria académica inicia en 1981, incluye la impartición de un sinnúmero de cursos tanto para estudiantes como profesores del nivel bachillerato, licenciatura y posgrado en varios estados de la República Mexicana.

Ha participado en el diseño y revisión de cursos y planes de estudios en todos los niveles. Así mismo ha dirigido 8 tesis de licenciatura y 6 de maestría.



Participa en el arbitraje de libros, artículos y ponencias en química y en educación. Tiene más de 60 publicaciones (12 libros y 49 artículos sobre química y divulgación de la química). Ha sido miembro del Sistema Nacional de Investigadores y miembro de la Academia Mexicana de Profesores de Ciencias Naturales. Actualmente es profesor «titular B», tiempo completo y Jefe del Departamento de Química Inorgánica y Nuclear de la Facultad de Química.

En la Universidad Autónoma de Sinaloa se ha tenido la oportunidad de contar con la presencia de este destacado investigador como profesor en la Maestría en Enseñanza de las Ciencias con el curso *métodos experimentales de la enseñanza y del aprendizaje de la ciencia*.

Al Dr. Plinio Sosa lo podemos considerar como uno de los investigadores mexicanos más apasionados por la enseñanza de la Química, la formación de docentes y la búsqueda constante de una coherencia conceptual de la Química.

**Actividad 1.3** En equipos de tres a cinco integrantes o mediante una lluvia de ideas, completen el siguiente cuadro e indiquen de cuántos y qué constituyentes están formados cada uno de los materiales.

Material	No. de constituyentes	Tipo de constituyentes
Agua de la llave	3	Agua, sales y aire
Vinagre		
Leche		
Coca-Cola		
Sal		
Azúcar		
Bicarbonato		
Alcohol de 96°		

La **Química** es una ciencia experimental que estudia las sustancias, sus propiedades y las transformaciones que sufren éstas al interactuar con la energía, para dar lugar a otras nuevas sustancias.



En esta ciencia la actividad experimental juega un papel importante en el proceso enseñanza-aprendizaje, como:

- Fuente de creación y recreación del conocimiento.
- Medio para comprobar la validez o no de una hipótesis.
- Un espacio para desarrollar habilidades y hábitos.
- Un recurso para despertar el interés hacia el estudio de las ciencias.

Las habilidades cognitivas que pueden desarrollarse mediante esta actividad, son la de observación, la formulación de preguntas, el planteamiento de hipótesis, la búsqueda de información, la experimentación y la contrastación de resultados con las teorías científicas.



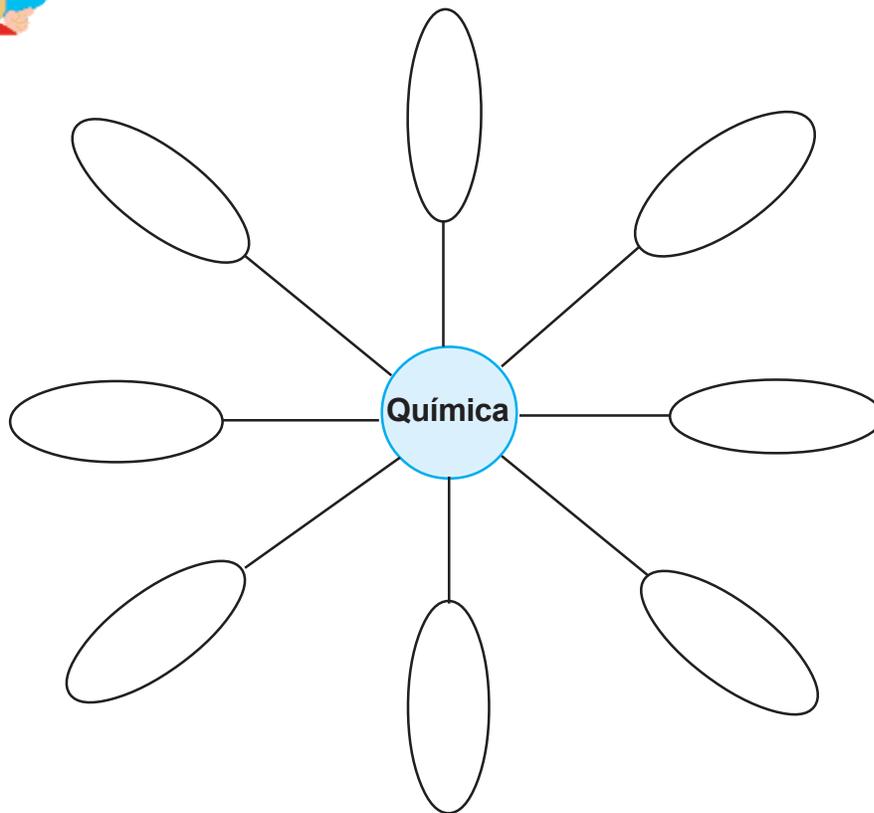
Es a través del método científico, como la química busca aprovechar las propiedades y los cambios químicos de las sustancias para proporcionar satisfactores que mejoren nuestra salud y nuestras condiciones de vida.

El campo de aplicación de la Química es muy amplio, pues los conocimientos químicos contribuyen a comprender fenómenos de la física, la biología, la astronomía, la agricultura, la investigación espacial, la geología, la medicina, la ciencia de los materiales y los problemas relacionados con el medio ambiente, entre otros.

Por ejemplo, la Química se relaciona con la matemática, cuando necesita cuantificar los reactivos a utilizar y los productos de esas reacciones.



**Actividad 1.4** En equipos de tres a cinco integrantes o mediante una lluvia de ideas elaboren un mapa tipo sol donde se muestre la relación de la química con las demás ciencias.



**Actividad 1.5** Investiga la relación de la Química con otras ciencias

1. La relación de la Química con la Física da lugar a una disciplina denominada Físicoquímica, investiga cuál es su campo de estudio. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. De la relación de la Química con la Biología surge la Bioquímica, investiga cuál es el campo de estudio de esta disciplina. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. La Química se relaciona con la Geología y de ella surge la Geoquímica, investiga cuál es el campo de estudio de esta disciplina. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## 1.2 Ciencia y tecnología: riesgos y beneficios

Entre la ciencia y la tecnología existe una gran diferencia, dado que la ciencia representa un cuerpo abstracto de conocimientos y la tecnología constituye la aplicación física de esos conocimientos en la sociedad en que vivimos. La ciencia genera conocimiento y la tecnología productos.

Los beneficios proporcionados por la química son muy amplios, pero también los riesgos han aumentado; el uso indiscriminado de plásticos, edulcorantes, colorantes y saborizantes sintéticos, así como de los combustibles fósiles en nuestra moderna forma de vida, ha llevado a generar contaminación de suelo, aire y agua, que de alguna manera están afectando nuestras vidas.



En este curso aprenderás los conocimientos básicos de la química que te pueden ser útiles para comprender los beneficios y los riesgos que ofrece esta ciencia y que te pueden ayudar a tomar decisiones importantes o inteligentes en el futuro



### Beneficios



La Química nos brinda bastantes satisfactores, que nos hacen la vida más cómoda y elevan nuestro nivel de vida. Nos proporciona productos para uso en el hogar, tales como: jabones, pastas dentales, cerillos, limpiadores, blanqueadores, plásticos, etc.

Las telas con que nos vestimos y decoramos la casa, se fabrican en gran medida con fibras sintéticas producidas por reacciones químicas, así como los colorantes con los que se tiñen.



La química está presente en la agricultura, en la producción de fertilizantes e insecticidas que mejoran los cultivos y además permiten obtener abundantes cosechas.



Juega un papel muy importante en el procesamiento y conservación de los alimentos.

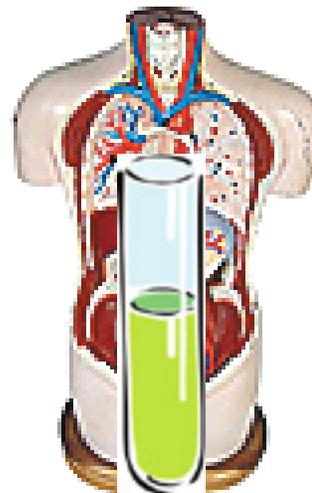


La fabricación de fármacos, ya sea extraídos de productos naturales o sintéticos han contribuido a mejorar la salud y a prolongar la vida de los seres humanos.

Los refrigerantes hacen posible que se conserven grandes cantidades de productos alimenticios.



Nuestro ambiente está repleto de productos químicos fabricados por el hombre y obtenidos mediante la síntesis química. Pero, no necesitas ir muy lejos, nuestro cuerpo funciona como una extraordinaria y compleja fábrica química. Es como un tubo de ensayo, en el que a partir de oxígeno y alimentos, se producen en él; sangre, células, tejidos y energía. La química no sólo está fuera, sino dentro de nuestro propio cuerpo.



## Riesgos



En infinidad de ocasiones el hombre se ha interesado más por tener comodidades y la oportunidad de llevar una vida más "saludable", sin considerar los riesgos que implica el disfrutar de estos satisfactores. Por ejemplo, nos resulta muy cómodo arrojar los desechos al drenaje, sin considerar que éstos desembocan en los ríos sin tratamiento alguno y que esto contribuye a la contaminación del agua. Recuerda: "El daño que le haces al planeta, te lo haces a ti mismo".



Desplazarnos en automóvil propio es muy cómodo, pero cuando millones de personas lo hacen, la emisión de contaminantes a la atmósfera aumenta y se genera un peligro que puede ser mortal. Pero además, las necesidades de energía traen consigo mayores volúmenes de  $\text{CO}_2$  provocando un mayor calentamiento global del planeta.

Es importante que todos participemos en la protección de nuestro medio ambiente; para ello es necesario adquirir una cultura química que nos permita comprender la naturaleza de las sustancias que lo alteran.

**¿Qué medidas consideras debemos tomar para contribuir a disminuir el deterioro ambiental?**



El cambio climático, la disminución de la capa de ozono y el retroceso de la biodiversidad son problemas ambientales y ecológicos, de alcance mundial que requieren una decidida actuación conjunta.



**Actividad 1.6** En equipos de tres a cinco integrantes elaboren un escrito donde expongan sus ideas y las medidas que deben tomarse para contribuir a disminuir el deterioro ambiental y ecológico.

Como equipo deberán nombrar a un representante que dirija la discusión y de manera colaborativa elabore el escrito que será expuesto en clase.

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

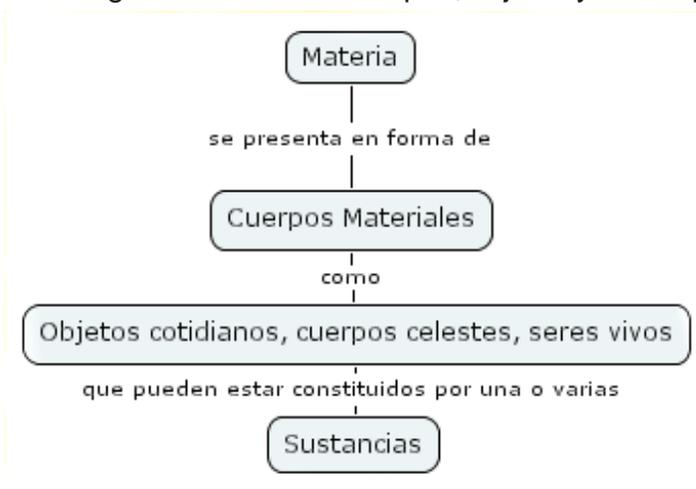


**Actividad 1.7** En la siguiente tabla enlista los beneficios y riesgos de los siguientes productos químicos utilizados en el hogar

Producto químico	Beneficios	Riesgos
Sosa cáustica (Easy-off)	Se utiliza en la elaboración de pegamento y en la limpieza como destapacaños y quitacochambre.	Es corrosivo y tóxico, cuando cae en la piel o en ojos debe lavarse con suficiente agua.
Cloralex (Hipoclorito de sodio)		
Alcohol etílico (Etanol)		

### 1.3 La naturaleza de la materia

El término «materia» engloba a todos los cuerpos, objetos y seres que existen en la naturaleza.



**Actividad 1.8** Contesta las siguientes preguntas y retroalimenta tus conocimientos.

1. Sin repetir la información del libro, ¿cómo defines el término materia?

---



---

2. ¿Cómo defines cuerpo material?

---



---

3. ¿Cómo defines sustancia?

---



---

Plinio Sosa (2005), expresa que el término «materia» induce a pensar que todo está hecho de una misma «pasta» y que todas las sustancias y materiales que conocemos o que sabemos que existen no son más que diferentes presentaciones de esa única “pasta” llamada materia.

Sin embargo, para evitar confusiones es necesario tener en cuenta que cada cuerpo material tiene una composición química diferente, a menos que sean del mismo tipo y posean los mismos constituyentes.

#### 1.3.1 Naturaleza corpuscular de la materia

Cuando hablamos de constituyentes nos referimos a las sustancias. Cada sustancia posee características propias que la distinguen de las demás. Pero además, están constituidas de partículas químicas, sean éstas, átomos, iones o moléculas.

Se considera así, que toda la materia es de naturaleza discontinua o corpuscular y que más allá de la apariencia visible, está constituida por partículas extremadamente pequeñas en continuo movimiento e interacción. Que no podemos verlas, a menos que se agrupen con otras.

Plinio Sosa (2005) manifiesta que la relación que hay entre sustancia y partícula es similar a la que hay entre manada y búfalo.



Es decir, sustancia se refiere al conjunto, mientras que partícula se refiere a un solo individuo.

Visto de esa manera, una sustancia se encuentra en el nivel de lo macroscópico, mientras que la partícula en el nivel de lo submicroscópico.



Nivel macroscópico	Nivel submicroscópico	Nivel simbólico
 Sustancia agua	 Modelo que representa a la molécula de agua	$H_2O$
 Sustancia aluminio	 Modelo que representa la red de átomos de aluminio	$Al$

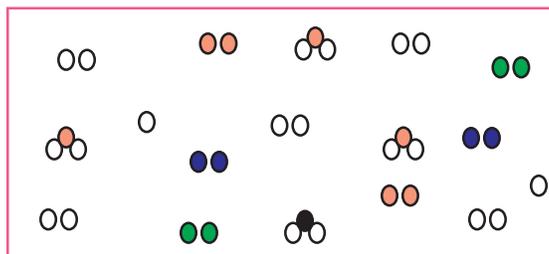
### 1.3.2 Teoría cinética corpuscular



**Actividad 1.9** Contesta de manera individual y con la ayuda de tu profesor contrasta tu respuesta con las de tus compañeros y si es posible discutan sobre la posible respuesta.

El siguiente esquema representa con círculos las partículas que forman el aire que respiramos, ¿qué hay entre dichas partículas?

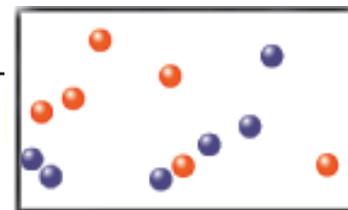
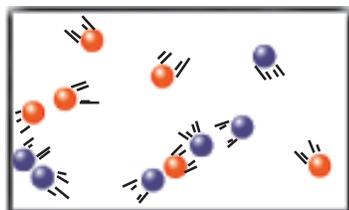
- Polvo
- Nada
- Otras partículas más ligeras
- Tengo duda



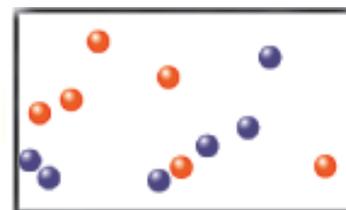
Los estudios realizados por Robert Boyle en el siglo XVII sobre el comportamiento y las propiedades de los gases fueron utilizados a mitad del siglo XIX por los físicos Ludwig Boltzmann y James Clerk Maxwell para formular la teoría cinético molecular.

Esta teoría nos permite explicar el comportamiento y las propiedades de los sólidos, líquidos y gases, con base en los siguientes postulados:

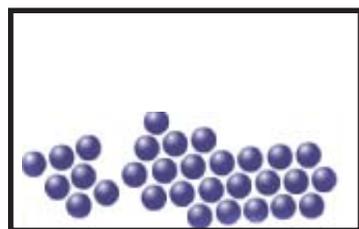
1. Toda la materia está constituida por partículas, que pueden ser átomos, iones o moléculas.



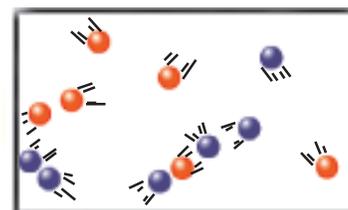
2. Las partículas se encuentran en movimiento continuo, de vibración y/o de traslación (aleatorio)



3. Entre las partículas no hay nada, sólo vacío.



4. Existen fuerzas de interacción entre las partículas, denominadas de cohesión.



5. Las colisiones entre las partículas son elásticas, chocan, rebotan y se alejan.

Este modelo cinético-corpúscular nos permite dar una representación submicroscópica que nos permite explicar los hechos observados por medio de nuestros sentidos, sobre los cuerpos macroscópicos. Pero debe quedarnos claro que:

**Las propiedades de un sistema son el resultado del comportamiento de sus partículas**

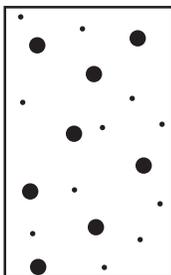
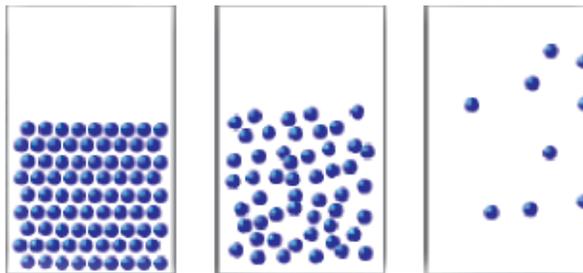
Sin embargo, las partículas no tienen las mismas propiedades del sistema al que pertenecen, por ejemplo, si un cuerpo aumenta de volumen, no significa que las partículas aumenten de volumen, de tamaño o se expandan, sino que sólo aumentan las distancias entre ellas.

Las propiedades físicas son propiedades macroscópicas que se pueden determinar directamente. Estas propiedades son de conjunto, no individuales, por ejemplo, si un jarrón de cobre es de color café rojizo, no significa que sus átomos tengan que ser café rojizo. En cambio las propiedades químicas se manifiestan tanto a nivel macroscópico como submicroscópico.



### 1.3.3 La Teoría cinética corpuscular, los estados y cambios de agregación de la materia

A las distintas formas como se presentan los cuerpos materiales, se les denomina **estados de agregación**, por las diferentes formas como se «agregan» las partículas. Los estados de agregación que son familiares en la experiencia cotidiana, son el sólido, líquido y gaseoso, fácilmente diferenciables por sus propiedades.



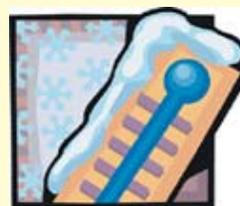
Sin embargo, existe un cuarto estado de la materia, denominado plasma. ¿Cómo se presenta éste? Cuando un gas se calienta a temperaturas cercanas a los 10 000 K, la energía cinética de las moléculas aumenta lo suficiente para que, al vibrar y chocar, las moléculas se rompan en átomos. A temperaturas más altas, los electrones se separan de los átomos y la sustancia se convierte en una mezcla de electrones e iones positivos: un plasma altamente ionizado.

Este estado de agregación aparentemente poco común, resulta que no lo es tanto, ya que ocupa el 99% de la totalidad de la materia del universo. Lo podemos encontrar en la tierra presente en el fuego, en la lava volcánica, en las bombillas eléctricas, en los tubos fluorescentes y en la ionósfera.

#### El Condensado de Bose - Einstein...¿un quinto estado de la materia?

Si en vez de calentar se lleva a la materia a una temperatura cercana al cero absoluto, es decir a un estado donde la inmovilidad fuera casi total. ¿Habría la posibilidad de un quinto estado de la materia?

**¿Sabías qué...** el cero absoluto en la escala Kelvin, se considera la temperatura más baja que se puede alcanzar, en la que no hay ningún tipo de movimiento. Su valor en grados centígrados es de  $-273.15^{\circ}\text{C}$  o 0 kelvin?

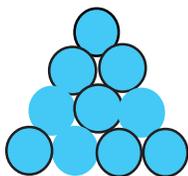


En 1924 el físico indio Satyendra Nath Bose y Albert Einstein predijeron en conjunto el quinto estado de la materia.

Según esta teoría todos los átomos se encuentran en un mismo lugar, pero no uno sobre el otro, sino todos ocupando el mismo espacio físico. Es difícil imaginar macroscópicamente este quinto estado de la materia, para hacernos una idea de lo que sería un objeto cotidiano en el estado de Bose-Einstein (CBE), imaginemos diez pelotas en un mismo recipiente, pero no cada una sobre otra, sino literalmente todas en el mismo recipiente, ocupando el mismo espacio en el mismo momento.

El estado de CBE sólo puede ser posible a temperaturas muy bajas, a la cual los átomos lleguen a cero movimiento y las ondas de los átomos enfriados se superpongan, formando una única onda y alcanzando el estado de condensado de Bose-Einstein.

Por eso se dice que los átomos se encuentran en el mismo lugar, porque todos son descritos por una única onda.



La bola negra representa la posición donde se encuentran las 10 pelotas en un mismo lugar.

Condensado de Bose-Einstein



Para mayores detalles revisar la dirección <http://www.landsil.com/Fisica/Materia2.htm>

## Conozca más...

### El Nóbel de Física, para los tres científicos que descubrieron el quinto estado de la materia.

Los estadounidenses Eric A. Cornell y Carl E. Weiman, y el alemán Wolfgang Ketterle fueron galardonados hoy con el Premio Nóbel de Física 2001, según informó la Real Academia Sueca de Ciencias. El galardón se les concedió por haber descubierto el quinto estado físico de la materia, la condensación Bose-Einstein, un estado extremo de la materia en el cual los átomos dejan de comportarse de manera «normal». Este fenómeno, pronosticado por Albert Einstein hace 70 años, fue realizado y observado por vez primera en 1995 por los tres científicos laureados hoy.

Los tres galardonados forman parte de una misma generación de jóvenes científicos en el campo de la física. Cornell nació en 1961 y desarrolla su trabajo en el Instituto Nacional de Medidas y Tecnología de Boulder (Colorado); Weiman nació en 1951 e investiga en la Universidad de Colorado, mientras que Ketterle nació en 1957 y trabaja en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), en Cambridge.



Cornell y Wieman trabajan también en el JILA, un instituto de investigación en Boulder, conocido antes como el Instituto Conjunto de Astrofísica en Laboratorio. W. Ketterle trabajaba de manera independiente en Alemania, antes de incorporarse al MIT en 1990.

La investigación ayudará también a que los científicos midan propiedades fundamentales de la materia. «Las aplicaciones revolucionarias (...) parecen estar justo a la vuelta de la esquina», añadió la academia.

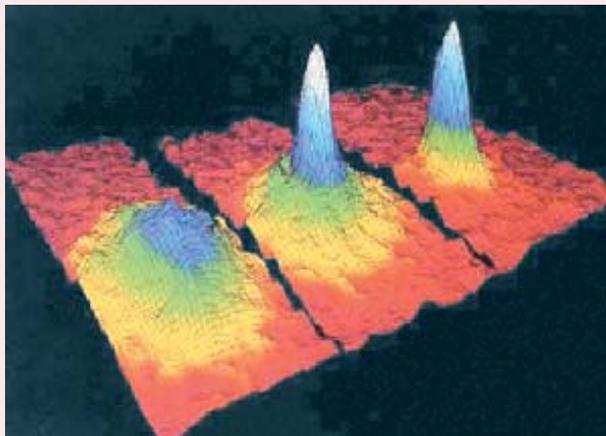
El término Bose-Einstein se refiere al físico indio Satyendra Nath Bose (descubridor del bosón) y al alemán Albert Einstein.

En 1924, Bose realizó investigaciones sobre la partículas de luz llamadas fotones y envió su trabajo al célebre científico alemán, quien amplió la teoría para abarcar la masa.

---

Ocurrencia sucesiva de la condensación de Bose-Einstein en rubidio. De izquierda a derecha se muestra la distribución atómica en la nube momentos antes de la condensación, al inicio de la condensación y después de la condensación completa. Los picos altos corresponden a una gran cantidad de átomos.

---



Einstein predijo que cuando las partículas se desaceleran y se aproximan entre sí, producen un nuevo estado de agregación de la materia distinto del sólido, el líquido, el gaseoso y el plasma.

En el nuevo estado de la materia, los átomos pierden su identidad propia y forman una sola onda cuántica de partículas. Tal como los fotones en un láser óptico, todos los átomos del condensado se hallan en la misma longitud de onda y laten en la misma frecuencia.

A este quinto estado de la materia se le profetiza una serie de aplicaciones: el condensado Bose-Einstein hará aún más exactos instrumentos de medición y relojes atómicos, y podrá almacenar información en las futuras computadoras cuánticas. Y es tan fácil de lograr con aparatos de 50 a 100 mil dólares, que hay ya más de veinte equipos investigadores que lo han fabricado en todo el mundo.

Su aplicación mayor, sin embargo, será en un «láser atómico» que, en lugar de fotones, emita un rayo de átomos vibrando en el mismo estado mecánico cuántico. Tal láser atómico podría, por ejemplo, permitir construir pequeñísimas estructuras con precisión hasta hoy inédita, técnica de la cual podrían aprovecharse la nanotecnología y la industria de computadoras. El Premio Nóbel de Física fue entregado el 10 de diciembre del 2001 por el rey Carlos Gustavo de Suecia.

Tomado de <http://tochtli.fisica.uson.mx/fluidos%20y%20calor/Novedades/Quinto%20Estado.htm>



**Actividad 1.10** Mediante una lluvia de ideas y con la ayuda de tu profesor contesta las siguientes preguntas.

1. Nombra cinco sustancias que en condiciones normales existan en estado líquido.

---



---

2. Nombra cinco sustancias que en condiciones normales existan en estado gaseoso.

---



---

3. Nombra cinco sustancias que en condiciones normales existan en estado sólido.

---



---

4. ¿Cuál de los siguientes materiales tendrá la mayor viscosidad?

a) Vinagre                      b) Agua                      c) Aire                      d) Aceite de cocina

5. ¿Cuál de los siguientes enunciados define de manera general a un gas?

a) Materia con volumen y forma fija                      b) Materia con forma fija pero volumen variable  
c) Materia con volumen y forma no fija                      d) Materia con volumen fijo pero forma no fija

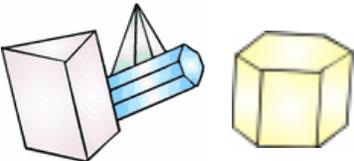
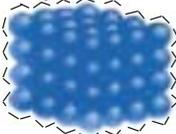
6. ¿Cuál de los siguientes materiales tiene la más alta densidad?

a) Vapor de agua                      b) Agua líquida                      c) Hielo                      d) Gas

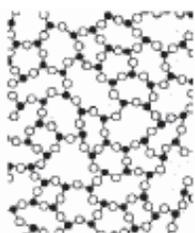
## Características de los estados de agregación

La teoría cinética corpuscular nos permite describir las principales características de los estados de agregación. Veamos de manera inicial algunas características de los sólidos y las explicaciones sobre las mismas haciendo uso de la teoría cinética corpuscular.

### Sólidos

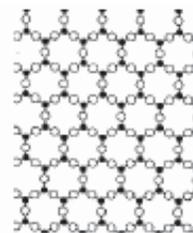
Hechos (Lo macroscópico)	Interpretaciones desde lo submicro (teoría)
Tienen forma propia y definida 	Debido a que sus partículas están ordenadas y sólo vibran en un punto fijo. Se mueven, pero no se desplazan unas sobre otras. 

Los sólidos con frecuencia forman redes cristalinas, pero también forman redes irregulares o sólidos amorfos.



**Amorfo**

Los partículas (átomos, iones o moléculas) se atraen y se enlazan entre sí en forma iónica, covalente o metálica, de forma tal que se repite millones de veces formando un cristal macroscópico y en forma desordenada cuando son amorfos.

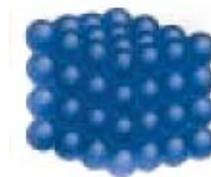


**Cristal**

Se necesita bastante energía para fundirlos.



Esto se debe a que las partículas se mantienen unidas por importantes fuerzas de atracción o enlaces multidireccionales.

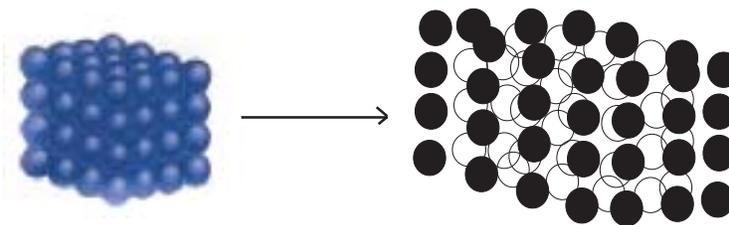


Los sólidos se dilatan cuando se calientan.



Las vías del ferrocarril se dilatan, por ello se dejan espacios entre los rieles.

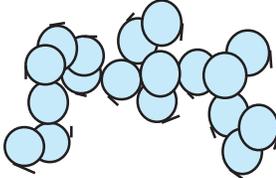
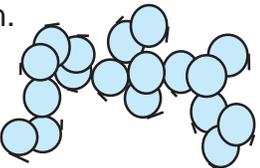
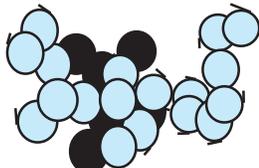
Esto se debe a que las partículas se separan al aumentar la amplitud de su movimiento vibratorio.



Los sólidos calientes y dilatados no pesan más que los fríos, simplemente ocupan más espacio.

No es el número de partículas, ni el tamaño de ellas lo que ha aumentado, sino las distancias medias entre ellas.

## Líquidos

Hechos (Lo macroscópico)	Interpretaciones desde lo submicro (teoría)
<p>Los líquidos no tienen forma definida y se vierten con facilidad (son fluidos).</p> 	<p>En los líquidos las partículas no están ordenadas de forma regular (forman «agregados») y pueden desplazarse unas sobre otras.</p> 
<p>Tienen volumen fijo</p> 	<p>Esto se debe a que las partículas están juntas porque las fuerzas de atracción entre ellas, aunque débiles, no permiten que se separen.</p> 
<p>Se difunden</p> 	<p>En los líquidos las partículas pueden desplazarse y mezclarse con las de otras sustancias.</p> 

Los líquidos presentan otras propiedades como la tensión superficial y la capilaridad.

### Tensión superficial

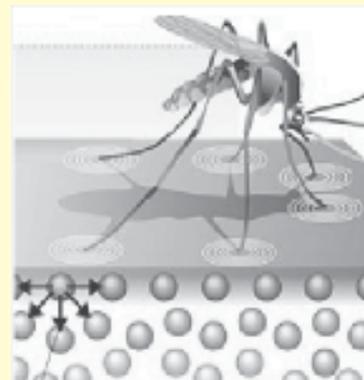
La tensión superficial de un líquido puede definirse como la cantidad de energía necesaria para aumentar su superficie por unidad de área. Esto implica que el líquido presente una resistencia para aumentar su superficie.

La tensión superficial depende de la naturaleza del líquido, del medio que le rodea y de la temperatura. En general, la tensión superficial disminuye con la temperatura, ya que las fuerzas de cohesión disminuyen al aumentar la energía cinética corpuscular.



**¿Sabías qué...** esta propiedad permite a algunos insectos como arañas y mosquitos caminar sobre la superficie del líquido?

**¿Sabías qué...** la tensión superficial le da a la superficie del agua una apariencia de membrana elástica? Esto se puede observar al presionar cuidadosamente con un clip y de manera vertical la superficie del agua. Colocado de manera horizontal puede flotar.



## Capilaridad

La capilaridad es la propiedad que tiene un líquido para subir por un tubo estrecho (capilar) desafiando la fuerza de la gravedad.

El nivel que alcanza es directamente proporcional a la tensión superficial del líquido e inversamente proporcional al grosor interno del tubo.

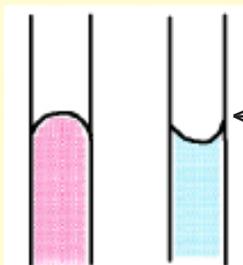
La capilaridad se debe a la existencia de dos tipos de fuerzas diferentes: las cohesivas, que son las fuerzas entre las moléculas del líquido y las adhesivas que son las fuerzas que operan entre las moléculas del líquido y el capilar.

¿**Sabías qué** ... la capilaridad es indispensable para que el agua pueda subir por el tallo de las plantas hasta la última hoja?

¿**Sabías qué**...esta propiedad es la causa de que se forme una pequeña curvatura o menisco en la superficie del líquido, cuando está contenido en una pipeta, probeta o tubo de ensayo?

¿**Sabías qué**...la curvatura o el menisco que se forma en la superficie del único metal líquido es de tipo convexo?

Menisco tipo convexo en el mercurio



Hg

H<sub>2</sub>O

Menisco tipo cóncavo en el agua

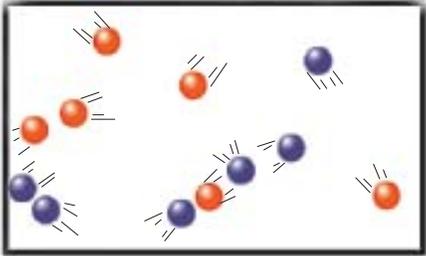
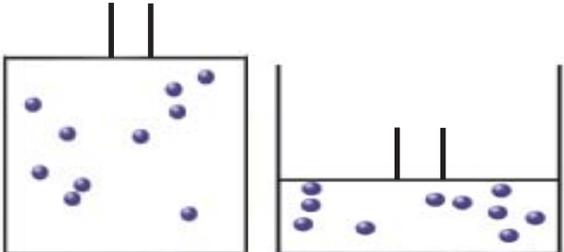
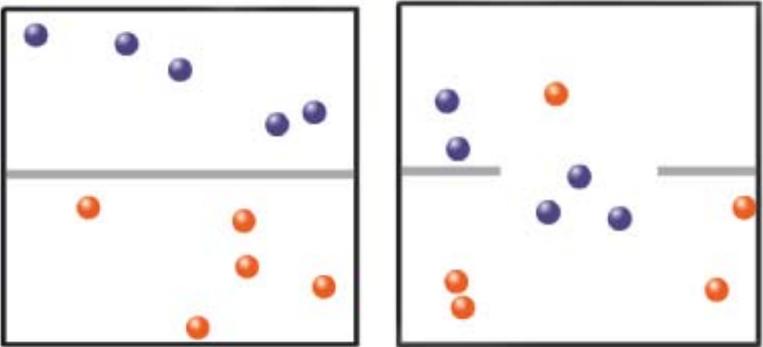
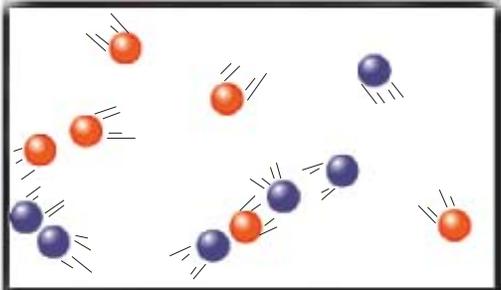


¿**Sabías qué**...la **difusión** es un proceso físico que puede ocurrir tanto en líquidos como en gases, debido a que las partículas pueden desplazarse e interactuar entre ellas?

En la difusión las partículas se dispersan en un medio en el que inicialmente estaban ausentes. Las partículas que se difunden o dispersan forman parte del soluto y el medio donde se difunden del disolvente.

¿**Sabías qué**...la **viscosidad** es una medida de la resistencia que presenta un líquido a fluir? El aceite y la miel son dos líquidos con viscosidad elevada y por eso fluyen con dificultad.

## Gases

Hechos (Lo macroscópico)	Interpretaciones desde lo submicroscópico (teoría)
<p>Los gases no tienen forma definida, adoptan la del recipiente que los contiene.</p> 	<p>En los gases las partículas se mueven libremente y las interacciones (fuerzas de atracción) entre ellas son débiles (casi nulas).</p> 
<p>Los gases no tienen volumen fijo, son fácilmente compresibles.</p> 	<p>En los gases, las distancias entre las partículas son muy grandes comparadas con el tamaño de ellas, estos espacios vacíos permiten que al aplicar presión las partículas se acerquen de manera considerable.</p> 
<p>Se difunden</p>  $\text{HCl}_{(g)} + \text{NH}_3_{(g)} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$	<p>Las partículas se mueven o desplazan rápidamente en un continuo movimiento azaroso.</p> 
<p>Ejercen presión</p> 	<p>En los gases la velocidad de las partículas es elevada, produciéndose choques elásticos entre ellas y con las paredes del recipiente. La energía se transfiere de una partícula a otra.</p> 



Esta imagen nos muestra como coexisten los tres estados de agregación.



**Actividad 1.11** Reafirmando tus conocimientos. En forma grupal o mediante una lluvia de ideas completa la siguiente tabla que resume las características observables de los cuerpos materiales por su estado de agregación.

Para completar la tabla usa las siguientes frases, éstas se pueden repetir:

- Propia o definida
- Fluido
- No presenta
- Muy alta
- Fijo
- Adoptan la forma del recipiente
- Variable, llena todo el espacio disponible
- Muy baja, casi nula
- Presenta
- Muy baja
- Nula

Características de los estados de agregación	Sólido	Líquido	Gaseoso
Forma			
Volumen			
Fluidez			
Compresibilidad			
Capilaridad			
Tensión Superficial			
Difusión			
Discontinuidad			
Fuerza de cohesión			

## Cambios de estado de agregación de la materia

El cambio es una constante manifestación de la naturaleza. Generalmente se acostumbra clasificar al cambio en dos categorías: físicos y químicos. Sin embargo, es necesario precisar que los fenómenos que se presentan en la naturaleza no son exclusivamente físicos o químicos, sino también biológicos, sociales, entre otros. A los cambios físicos y químicos se les conoce también como fenómenos.



Pero...¿qué es un fenómeno?

**Actividad 1.12** Mediante una lluvia de ideas contesta las siguientes preguntas.



1. ¿Qué es un fenómeno? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. ¿Qué características presenta un fenómeno físico? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. ¿Qué características presenta un fenómeno químico? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. ¿Por qué un cambio de estado de agregación es un cambio físico? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Actividad 1.13** Retroalimentando tus conocimientos. De manera individual contesta las siguientes preguntas y con la ayuda de tu profesor compara tu respuesta con las de tus compañeros.



1. ¿Qué sucede cuando un gas se calienta?

- a) Las partículas se dilatan
- b) Las partículas aumentan de tamaño
- c) Las partículas aumentan sus distancias entre ellas

2. Cuando una sustancia cambia de estado...

- a) cambia su masa
- b) cambia su forma
- c) cambia su composición

3. Cuando el agua hierve durante 20 minutos, las burbujas que se liberan son...

- a) oxígeno e hidrógeno que se libera
- b) aire
- c) vapor de agua

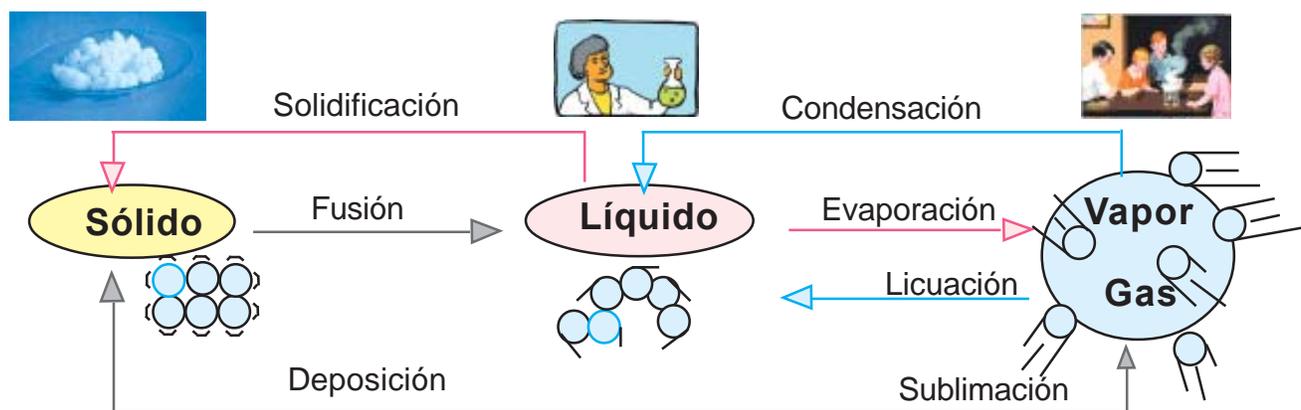
Si se quiere conseguir un cambio de un estado a otro, es necesario tomar en cuenta, además de la naturaleza de la sustancia, el aumento o disminución de la presión o de la temperatura, para poder variar la energía cinética de las partículas.

**La energía da movimiento a las partículas, que vibran o se desplazan en todas direcciones, chocando unas con otras. A esta energía de movimiento se denomina energía cinética de las partículas.**

Por ejemplo, si se desea que un líquido cambie al estado gaseoso, es necesario proporcionar el calor para que aumente su temperatura y, por consiguiente, la energía cinética de sus partículas, o bien (o al mismo tiempo) reducir la presión externa.

**El calor es una forma de energía que se transfiere de un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura y está asociada al movimiento de las partículas**

**La temperatura de un sistema es una medida de la energía promedio de las partículas del sistema.**

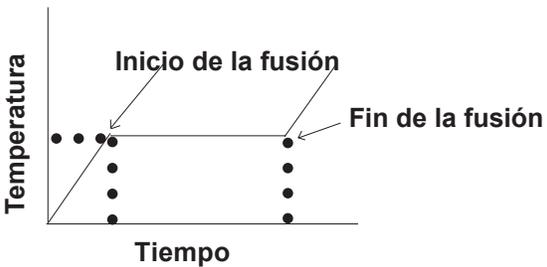
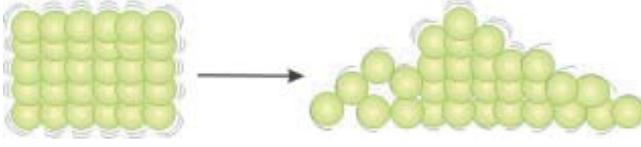
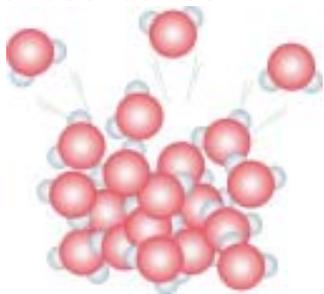
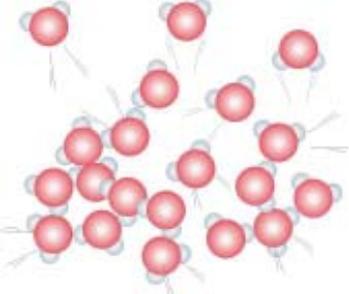


**¿Sabías qué...** la evaporación del sudor que se libera cuando se hace ejercicio, ayuda a refrescar nuestro cuerpo?



**¿Sabías qué...** el agua es la única sustancia que podemos encontrar en condiciones normales en tres estados de agregación: sólido, líquido y gaseoso?

## Cambios de estado de agregación

Hechos ( Lo macroscópico)	Interpretaciones desde lo submicroscópico
<p><b>Fusión</b></p> <p>Cuando a un sólido se le aplica calor, este puede pasar al estado líquido.</p> <p>Cuando un sólido se calienta, de forma tal que se funde, al llegar a este punto el ascenso de la temperatura se detiene o permanece constante, hasta que todo el sólido se funde.</p> 	<p>Al aumentar la temperatura, la energía cinética de las partículas se incrementa, provocando que la red del sólido se desorganice, en pequeños grupos de partículas.</p> <p>Al iniciar el punto de fusión, la temperatura no se eleva porque la energía la utiliza el sistema en desordenar la red.</p> 
<p><b>Evaporación</b></p> <p>Al cambio de estado líquido a vapor o gas se le denomina evaporación. Esta ocurre a cualquier temperatura y sólo se evaporan las partículas de la superficie del líquido.</p> 	<p>Al aumentar la energía cinética de las partículas, estas vibran rápidamente, algunas se liberan y escapan de la superficie del líquido al vencer las fuerzas atractivas.</p> 
<p><b>Ebullición</b></p> <p>El punto de ebullición es la temperatura a la cual la presión de vapor de un líquido es igual a la presión externa. Al alcanzar este punto se forman burbujas en el interior del líquido, que al subir, revientan o explotan.</p> <p>Al igual que en el punto de fusión, cuando el líquido se calienta hasta llegar al punto de ebullición, el ascenso de la temperatura se detiene o permanece constante, hasta que todo el líquido se evapora. Cuando sucede esto se eleva nuevamente la temperatura.</p> 	<p>Si la temperatura aumenta, la energía cinética de las partículas será mayor y estas tendrán la suficiente energía para vencer la presión externa y escapar de la superficie del líquido.</p> <p>El punto de ebullición de una sustancia es característico, por el tipo de partículas y por la forma como están agrupadas.</p> 



**Actividad 1.14.** Trabajo colaborativo. En equipos de cinco integrantes explica los siguientes cambios de estado de agregación de la materia, utiliza para ello, la teoría cinética corpuscular.

Hechos ( Lo macroscópico)	Interpretaciones desde lo submicroscópico
<b>Condensación</b>	
<b>Solidificación</b>	
<b>Licuación</b>	
<b>Sublimación</b>	



**Actividad 1.15.** Contesta las siguientes preguntas y comenta las respuestas con tus compañeros.

1. Deja caer una gota de acetona sobre la superficie de un vidrio. Observa durante algunos minutos lo que ocurre. ¿Cómo se llama este fenómeno? \_\_\_\_\_  
La acetona, ¿desaparece? \_\_\_\_\_. Si no es así, ¿dónde está? Intenta explicar utilizando la teoría cinética corpuscular por qué sucede este hecho. \_\_\_\_\_

2. Tras muchos experimentos los científicos han llegado a la conclusión de que todas las sustancias están formadas por partículas. Teniendo esto en cuenta, trata de explicar qué ocurre con las partículas de un bloque de hielo que al sacarlo de un congelador, pasa su temperatura desde  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $-1^{\circ}\text{C}$ . \_\_\_\_\_

3. Se mide la masa de un recipiente cerrado que contiene una pequeña cantidad de alcohol. Enseguida se deja evaporar el alcohol sin destapar el frasco. Se vuelve a medir su masa. ¿Qué ocurrirá?

- a) Aumentará la masa
- b) Disminuirá la masa
- c) Será la misma
- d) Dependerá de la temperatura
- e) Tengo duda

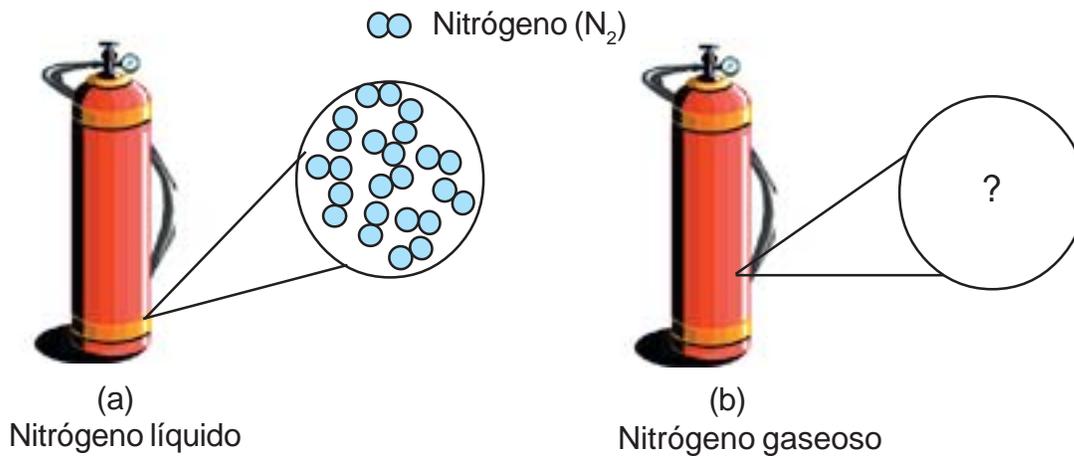
4. ¿Cuál es la razón para su respuesta en la pregunta 3?

- a. Un gas pesa menos que un líquido
- b. La masa se conserva.
- c. El vapor de alcohol es menos denso que el alcohol líquido
- d. Los gases se elevan
- e. El vapor de alcohol es más ligero que el aire

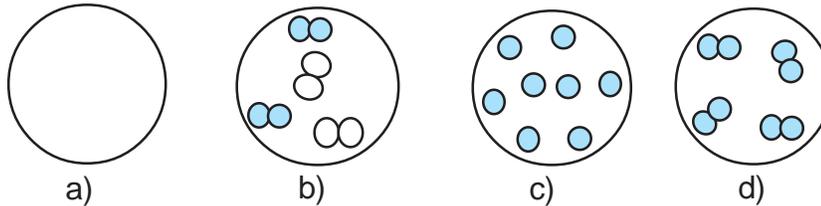
5. Un refresco embotellado forma a veces una capa de agua en el exterior del vidrio. ¿Cómo explicar este fenómeno?

- a. El agua se evapora del refresco y se condensa en el exterior del envase de vidrio.
- b. El envase de vidrio actúa como una membrana semipermeable y permite que el agua pase, pero no el refresco.
- c. El vapor de agua se condensa del aire.
- d. La baja temperatura hace que el oxígeno y el hidrógeno del aire se combinen formando el agua en el envase de cristal.

6. El círculo de la derecha de la figura (a) muestra un posible modelo de la forma submicroscópica como se encuentran las moléculas de nitrógeno líquido en un recipiente cerrado



¿Qué modelo representaría al nitrógeno después de pasar al estado gaseoso?



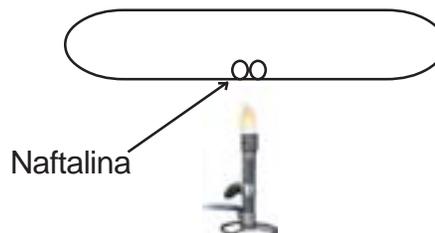
7. Cuando un objeto se calienta aumenta de tamaño. A este fenómeno lo llamamos dilatación. Si calentamos el aire presente en un tubo de ensayo, al cual previamente le colocamos un globo en la boca de salida. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones explica mejor este hecho?

- Al calentar aumenta el número de partículas.
- Al calentar se agitan más intensamente las partículas y aumenta la distancia entre ellas.
- Al calentar aumenta el tamaño de las partículas.
- Ninguna de las anteriores.



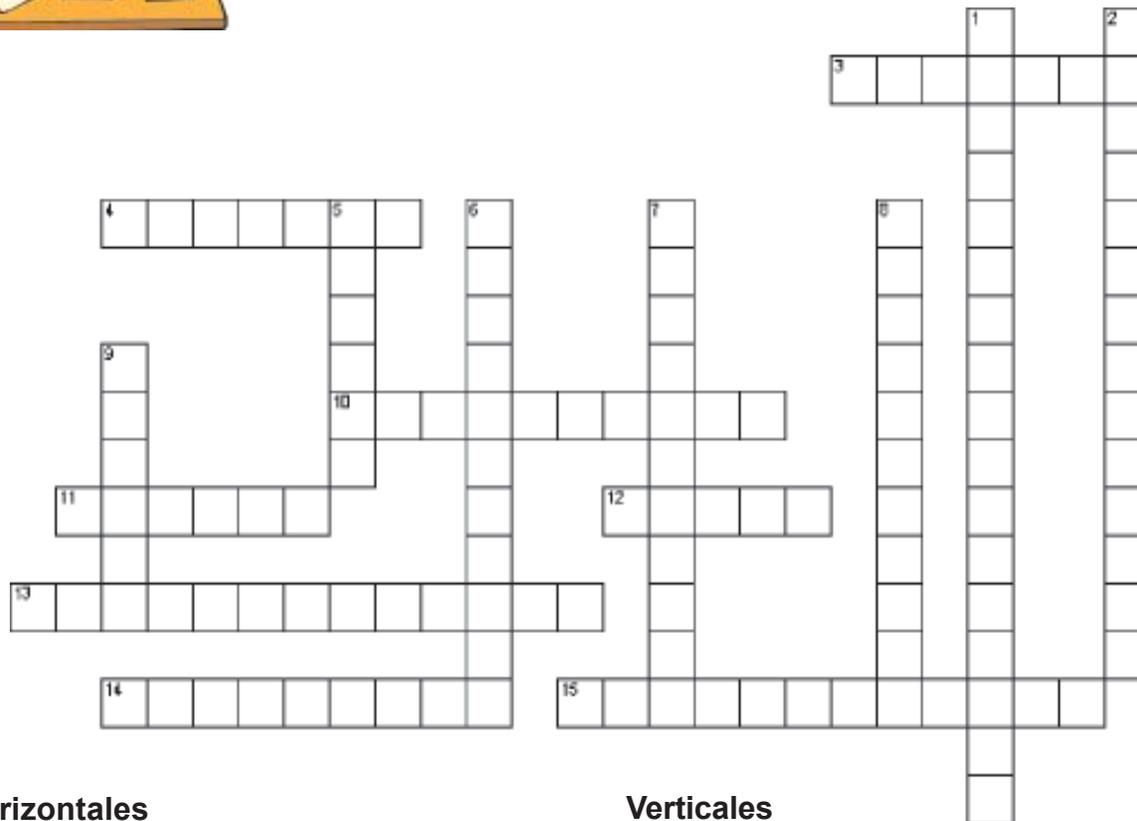
8. Si se coloca una muestra de naftalina en un tubo cerrado y después se calienta, la naftalina pasa al estado gaseoso. ¿Qué tipo de cambio de estado de agregación ocurre?

- Solidificación
- Licuación
- Evaporación
- Sublimación





**Actividad 1.16.** Trabajo colaborativo; forma tu equipo y contesta el siguiente crucigrama



### Horizontales

3. Estado de agregación en el que las moléculas se mueven o desplazan unas sobre las otras, manteniéndose unidas
4. Estado de agregación en el que las partículas presentan mayor energía cinética y se dispersan en todas direcciones.
10. Proceso en el cual al disminuir la temperatura de un gas, este logra pasar al estado sólido.
11. Si los vapores se condensan, los gases se...
12. Cuando los líquidos pasan al estado gaseoso, a esta nueva fase se le denomina ...
13. Temperatura a la presión de una atm, en la que una sustancia realiza el cambio de estado sólido a líquido.
14. Proceso en el cual al disminuir la temperatura y aumentar la presión de un gas, éste se enfría y pasa al estado líquido.
15. Si el vapor de una sustancia se enfría hasta pasar al estado líquido al proceso se le llama ...

### Verticales

1. Temperatura a la cual la presión de vapor de un líquido es igual a la presión externa ejercida sobre el líquido.
2. Nombre que recibe el proceso en el cual, al disminuir la temperatura de un líquido éste cambia al estado sólido.
5. Estado de agregación en el que las partículas no pueden desplazarse, sólo vibran en un punto determinado.
6. Al aumentar la temperatura de un líquido, sus partículas aumentan su energía cinética y logran salir en forma gaseosa a la superficie, a este proceso se le denomina.
7. Si al aumentar la temperatura de un sólido éste pasa directamente al estado gaseoso, al proceso se le denomina.
8. Magnitud termodinámica que mide el nivel térmico de un cuerpo.
9. Los sólidos al aumentar su temperatura hasta alcanzar su punto de fusión, se funden y se convierten en líquidos. A este cambio físico se le denomina.

### 1.3.4 Clasificación de la materia

A la materia podemos clasificarla tomando en cuenta dos criterios fundamentales: por su estado de agregación y por su composición.

Por su estado de agregación, ya hemos abordado la posibilidad de que la materia pueda presentarse en cinco estados.

#### Clasificación de la materia por su composición

La materia se nos presenta en muy diversas formas en la naturaleza, formando cuerpos materiales homogéneos y heterogéneos.

##### 1.3.4.1 Nivel macroscópico y submicroscópico

A este nivel pertenece el mundo de los hechos o lo concreto, por tanto, es al que mayor acceso tenemos, está referido a todo aquello que podemos observar, medir, tocar y sentir. A este nivel pertenecen las sustancias y las mezclas de sustancias.

Las sustancias pueden ser elementos o compuestos.

#### Elementos químicos

Para lograr la comprensión actual de elemento químico, fue necesario el esfuerzo y el trabajo de muchos científicos. Uno de ellos fue el aporte del químico inglés **Robert Boyle** quien en 1661 en su libro *The Sceptical Chymist*, definió a los **elementos** como *sustancias que no pueden ser descompuestas en sustancias más simples*. La definición de Boyle tenía un sentido práctico, pues una sustancia podía ser considerada un elemento, hasta el momento en que se descubriese cómo transformarla en otras más simples.

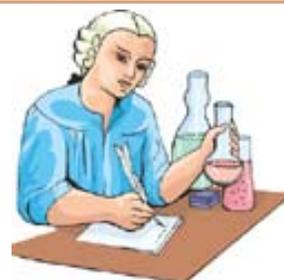
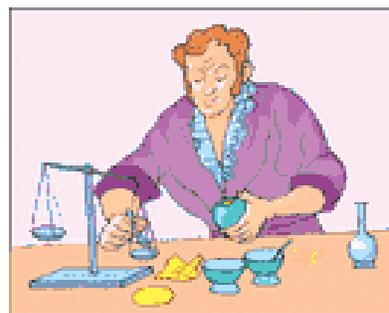
En el siglo XVIII **Antoine L. Lavoisier** sobre la base de la definición de Boyle propuso una definición de **elemento** para aquellas *sustancias que no podían ser descompuestas en otras más sencillas mediante procedimientos químicos conocidos*.

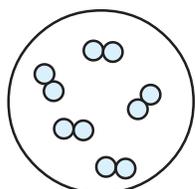
Otro científico que aportó a la evolución conceptual de elemento fue el químico inglés **John Dalton**, quien en 1803 relacionó el concepto macroscópico de sustancia simple con su interpretación en términos corpusculares o submicroscópicos. Definió al **elemento** como un *conjunto de átomos exactamente iguales entre sí, en cuanto a masa y propiedades*.

Hoy en la actualidad, con la determinación del número atómico y el descubrimiento de los isótopos, se define a los **elementos** como:

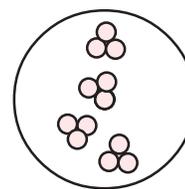
*Sustancias constituidas por un conjunto de átomos del mismo número atómico*. Por tanto, tienen el mismo número de protones en el núcleo de sus átomos y por consiguiente el mismo número de electrones.

Los **elementos** pueden estar constituidos por átomos, moléculas (diatómicas, triatómicas, tetatómicas, poliatómicas) o redes cristalinas.

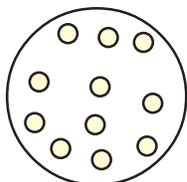




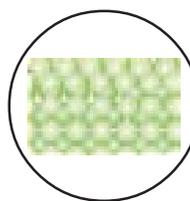
Los elementos que están constituidos por moléculas diatómicas son el yodo ( $I_2$ ), bromo ( $Br_2$ ), cloro ( $Cl_2$ ), flúor ( $F_2$ ), oxígeno ( $O_2$ ), nitrógeno ( $N_2$ ) e hidrógeno ( $H_2$ ).



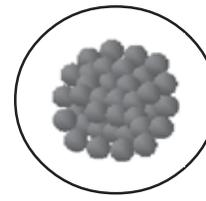
Los elementos que están constituidos por moléculas triatómicas, tetraatómicas y poliatómicas son el ozono ( $O_3$ ), el fósforo ( $P_4$ ), el azufre ( $S_8$ ), entre otros.



Los elementos que están constituidos por átomos libres o separados entre sí, son los gases nobles, helio (He), neón (Ne), argón (Ar), kriptón (Kr), xenón (Xe) y radón (Rn).



Los elementos que están constituidos por átomos ordenados en redes cristalinas son el carbono (diamante), los metales (Fe, Ag, Cu, etc.)



Hasta el momento se conocen 116 elementos químicos, de los cuales tan sólo 10 de ellos constituyen casi el 99% de lo que existe en la corteza terrestre.

Elemento	Masa porcentual
Oxígeno	49.2
Silicio	25.7
Aluminio	7.5
Hierro	4.71
Calcio	3.39
Sodio	2.63
Potasio	2.4
Magnesio	1.93
Hidrógeno	0.87
Titanio	0.58

Los **compuestos** son sustancias que resultan de la unión o combinación química de dos o más elementos diferentes en proporciones fijas (definidas o constantes).

Cada compuesto tiene una fórmula química que nos indica estas proporciones.

Los compuestos pueden ser covalentes o iónicos. La parte representativa de un compuesto covalente es la molécula. La parte representativa de un compuesto iónico es la celda unitaria.

Las moléculas o celdas unitarias de un compuesto son iguales y están constituidas por átomos o iones diferentes.

## ¿Cómo definir a una molécula?

Una **molécula** es una partícula formada por un conjunto de átomos ligados por enlaces covalentes, de forma que permanecen unidos el tiempo suficiente como para completar un número considerable de vibraciones moleculares. Hay moléculas de un mismo elemento, como  $O_2$ ,  $O_3$ ,  $N_2$ ,  $P_4$ ..., pero la mayoría de ellas son uniones entre átomos diferentes, wikipedia (2007).

La **IUPAC** (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada) define a la molécula como, «una entidad eléctricamente neutra que consiste de más de un átomo ( $n > 1$ ).

**Plinio, Sosa** (2005), define a las moléculas como partículas polinucleares neutras.

El **diccionario Larousse de Química** (2006), define a la molécula como: agrupación de dos o más átomos unidos mediante enlace covalente que forman la partícula más pequeña que identifica a un compuesto o a un elemento en estado libre.

Tomando en cuenta las definiciones anteriores podemos definir a una **molécula**, como:

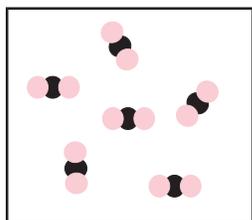
**«La partícula más pequeña que resulta de la unión química de dos o más átomos, iguales o diferentes. Esta entidad es eléctricamente neutra y mantiene las mismas propiedades químicas de la sustancia, sea esta, elemento o compuesto».**



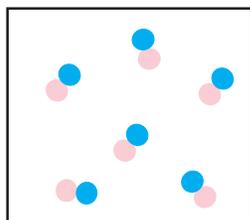
**Actividad 1.17.** Indaga en varias fuentes bibliográficas, así como en internet la definición de ion .

Definición de ion	Cita bibliográfica

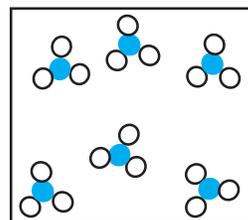
### Sustancias moleculares



Modelo que representa al compuesto bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )

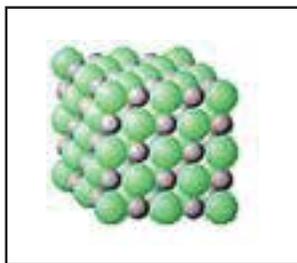


Modelo que representa al compuesto óxido nítrico o monóxido de nitrógeno ( $\text{NO}$ )

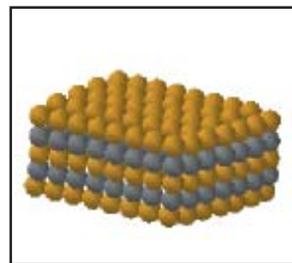


Modelo que representa al compuesto amoníaco ( $\text{NH}_3$ )

## Sustancias reticulares



Modelo que representa al compuesto cloruro de sodio (**NaCl**)



Modelo que representa al compuesto sulfuro de hierro II (**FeS**)



**Actividad 1.18** Trabajo cooperativo, elabora modelos moleculares o reticulares para algunas sustancias, como el NaCl, el diamante, el agua sólida (hielo), etc.

## Mezclas

Anteriormente ya habíamos definido que los cuerpos materiales que constan de varias sustancias se denominan **mezclas**.

Las **mezclas** pueden también ser definidas como la unión física o agregación de dos o más sustancias en proporciones variables, donde cada una de ellas conserva sus propiedades originales.

Dependiendo de su aspecto, las mezclas se clasifican en: **homogéneas** y **heterogéneas**.

¿Cómo definir una mezcla homogénea, desde el nivel macroscópico?

Como un cuerpo material de aspecto homogéneo constituido por dos o más sustancias, que a simple vista se presenta en una sola fase y cuyas partículas no pueden ser observadas ni utilizando un instrumento que aumente nuestra visión.



Se denomina **fase** a toda porción de materia que posee composición y propiedades distintas a las otras partes del sistema. Por ejemplo, el agua y el aceite presentan dos fases distintas.

A las mezclas homogéneas se les conoce como **disoluciones**, estas pueden ser sólidas líquidas o gaseosas.

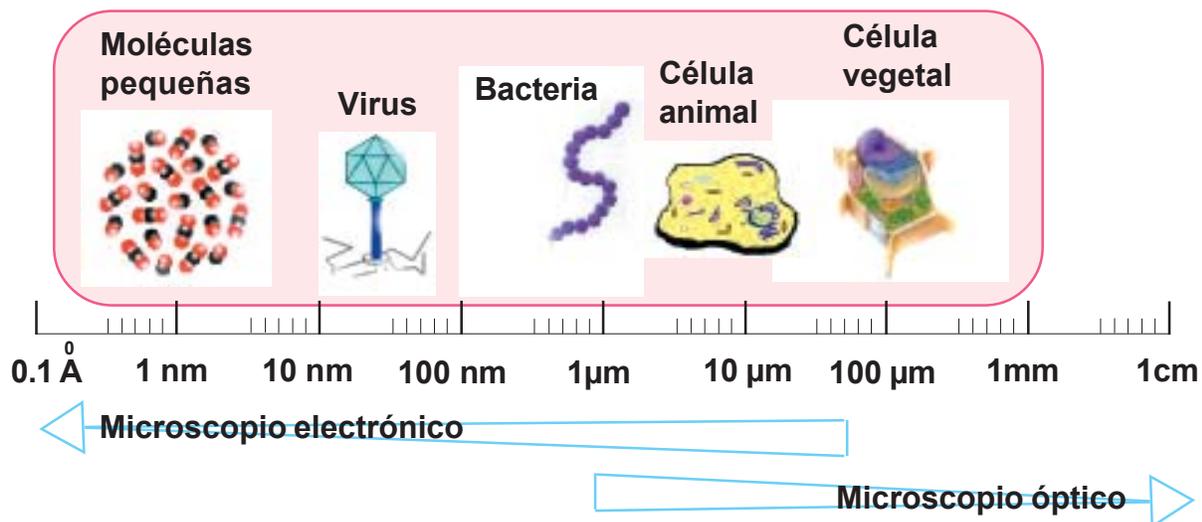
A las disoluciones sólidas se les conoce como **aleaciones**, por ejemplo, latón (Cu-Zn), amalgama (Hg-Ag), bronce (Cu-Sn), acero (Fe-C). Ejemplos de disoluciones líquidas tenemos el agua de mar, de la llave, de los ríos, entre otras y gaseosa, el aire, el gas doméstico, etc.

¿Sabías qué ...el tamaño de las partículas (átomos, iones o moléculas) en una disolución son menores a un nanómetro, y que un nanómetro es la mil millonésima parte del metro?

$$1 \text{ nanómetro} = 1 \times 10^{-9} \text{ metros}$$

$$1 \text{ nm} = 0.000000001 \text{ m}$$

¿Sabías qué ...el nanómetro es la unidad de medida que se utiliza para cosas muy pequeñas, como los átomos y las moléculas? ¿Y que el átomo de hidrógeno mide 0.1 nm?



**Actividad 1.19** El tamaño de los átomos también se mide en ángstrom y picómetros. Investiga a cuanto equivale un ángstrom y un picómetro.

---



---



---

## Mezcla heterogénea

¿Cómo definir una mezcla heterogénea, desde el nivel macroscópico?

Como un cuerpo material de aspecto heterogéneo constituido por dos o más sustancias, que a simple vista se distinguen o se aprecian dos o más fases distintas y cuyo tamaño de las partículas es tan grande que permite observarlas. Ejemplos:  $\text{CO}_2$  liberándose en un refresco, agua y arena, la arena misma, aceite en agua, entre otros.



Cuando dos líquidos no se disuelven entre sí, se dice que son **inmiscibles**. A la mezcla que se produce cuando se agitan con vigor se le llama **emulsión**. Un ejemplo de emulsión muy común en la cocina, es el aderezo para ensaladas.





Efecto Tyndall en un coloide

Los coloides y las emulsiones son ejemplos de mezclas heterogéneas. En ocasiones se suele considerar a los coloides como mezclas homogéneas, porque a simple vista se observa una sola fase. Sin embargo, cuando un haz luminoso pasa por esta mezcla se observan agregados moleculares dispersos en ella, lo cual no sucede en una disolución.



Haz de luz a través de una disolución

Las partículas de una disolución son del tamaño atómico-molecular, mientras que las partículas dispersas en un coloide son agregados moleculares y de mayor tamaño que las de una disolución, pero de menor tamaño que las de una suspensión, de forma tal que no sedimentan. Son ejemplos de coloides, la leche (sólido en líquido), la niebla (líquido en gas), la espuma (gas en líquido), la gelatina (sólido en líquido), el polvo en el aire (sólido en gas).



En una suspensión las partículas dispersas son tan grandes que sedimentan, si la mezcla se deja en reposo. Por ello, siempre se recomienda “agitar antes de usarse”. Son ejemplos de suspensiones, el kaopectate, penicilina líquida y peptobismol.

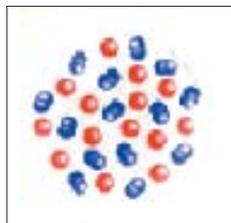


**Actividad 1.20** Elabora un mapa conceptual que contenga los conceptos abordados en el tema de mezclas. Realízalo de manera colaborativa.

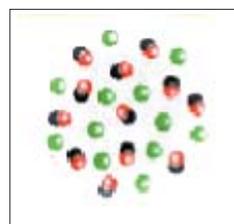
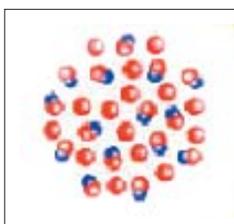


Macroscópicamente las mezclas se clasifican en homogéneas y heterogéneas. Sin embargo, submicroscópicamente ambas son heterogéneas, porque están formadas por partículas de sustancias diferentes, por tanto, en una mezcla habrá más de un tipo de partícula.

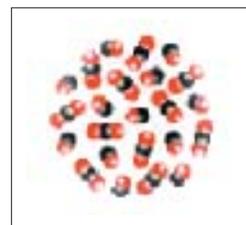
Los siguientes modelos representan mezclas de elementos, porque sus partículas están formadas por átomos iguales:



Los siguientes modelos representan mezclas de elementos y compuestos, porque sus partículas están formadas por átomos iguales y diferentes:



Los siguientes modelos representan mezclas de compuestos, porque sus partículas están formadas por átomos diferentes:



**Actividad 1.23** De manera individual o colaborativa, analiza cada uno de los siguientes modelos de mezclas y explica qué tipo de sustancias lo forman: elementos o compuestos y el por qué de tu decisión.




---

---

---

---

---



---

---

---

---

---



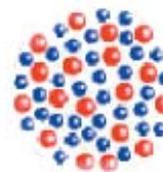
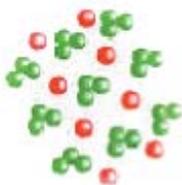
---

---

---

---

---




---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

¿Sabías qué... los átomos individuales no tienen color? y que por acuerdo internacional los colores que se utilizan para representar a los átomos en los modelos moleculares son:

**Blanco**-Hidrógeno  
**Verde oscuro**-Yodo  
**Púrpura**-Fósforo  
**Verde claro**-Cloro

**Verde**-Bromo  
**Azul**-Nitrógeno  
**Verde amarillo**-Flúor

**Negro**-Carbono  
**Rojo**-Oxígeno  
**Amarillo**-Azufre

¿Sabías qué... el color que presentan los objetos, tiene que ver con los fenómenos físicos de la luz, que se presentan debido a la propiedad que tiene la materia de reflejar, absorber y transmitir todas o parte de las longitudes de onda de la luz que inciden sobre ella?

## Separación de mezclas

Una de las diferencias entre los compuestos y las mezclas, es que sus componentes se pueden separar por métodos físicos, mientras que en los compuestos sólo se pueden separar por métodos químicos.

A continuación se muestran algunos métodos y los principios en que se basan.

Método	Principios
Filtración	Diferencia de solubilidad del soluto en el disolvente
Destilación	Diferencia en el punto de ebullición
Decantación	Diferencia de solubilidad del soluto en el disolvente
Centrifugación	Uso de la fuerza centrífuga para separar partículas suspendidas
Cromatografía	Diferencia de movilidad de las partículas a través de la fase estacionaria
Cristalización	Diferencia de solubilidad en disolventes a baja y alta temperatura

## Filtración

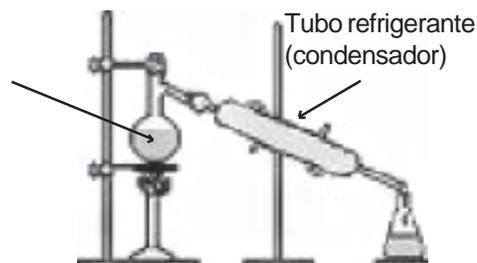
La filtración es un método físico que se utiliza para separar mezclas heterogéneas, sólido-líquido insolubles. Consiste en utilizar un medio poroso, que puede ser papel filtro, algodón, malla, barro, etc., en el cual es retenido el sólido y permite el paso del líquido.



## Destilación

La destilación es un método físico de separación de mezclas homogéneas líquido-líquido y sólido-líquido solubles. Se basa en utilizar la diferencia en los puntos de ebullición de las sustancias mezcladas. En este proceso ocurren dos cambios físicos: la evaporación y la condensación. La mezcla se calienta hasta el punto de ebullición y los vapores se enfrían en el condensador o refrigerante.

Matraz de destilación



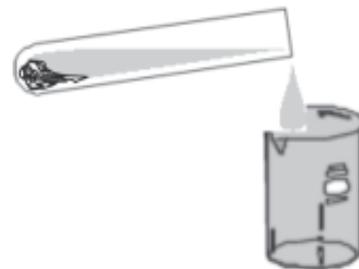
Tubo refrigerante (condensador)

Embudo de separación



## Decantación

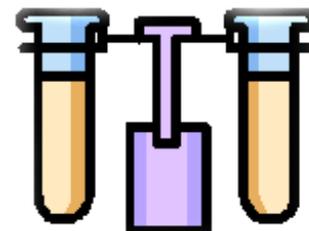
La decantación es un método físico que consiste en separar mezclas heterogéneas líquido-líquido y líquido-sólido inmiscibles es decir, insolubles uno en el otro. Para separar la mezcla líquido-sólido, se espera a que el sólido sedimente o se deposite en el fondo del recipiente, para vaciar el líquido en otro recipiente, evitando el paso del sólido.



## Centrifugación



La centrifugación es un método físico que se utiliza en la separación de una mezcla de un sólido insoluble en un líquido y de difícil o lenta sedimentación, aprovechando la fuerza centrífuga producida por la rotación de los tubos de ensayo, que provoca a su vez la separación de las partículas sólidas y un líquido clarificado.

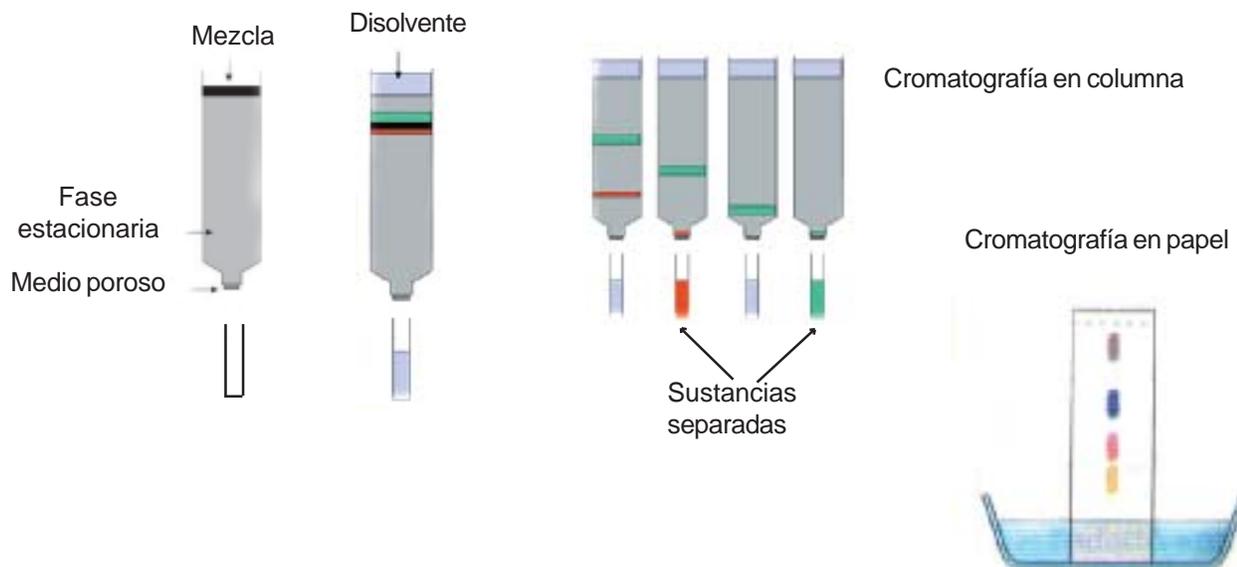


La centrifugación es un método muy utilizado en los laboratorios de análisis clínicos para separar los componentes de la sangre.

## Cromatografía

La cromatografía es un método físico de purificación y separación de sustancias presentes en mezclas homogéneas o heterogéneas, que consiste en utilizar el principio de adsorción, que se presenta cuando las partículas de un sólido, líquido o gas, se adhieren a la superficie de un sólido la cual es denominada **fase fija** o estacionaria (llamada **adsorbente**). Para que los componentes de la mezcla se separen sobre el adsorbente se requiere una **fase móvil** o disolvente también denominado **eluyente**.

Hay varios tipos de cromatografía; entre ellas tenemos, a la cromatografía en papel, en columna, en capa fina, de líquidos y de gases.



## Cristalización

La cristalización es un método que nos permite separar un sólido que es soluble en un líquido determinado. Consiste en el calentamiento de una mezcla formada por un sólido disuelto en un líquido y la posterior evaporación del líquido hasta lograr una disolución sobresaturada, la cual por enfriamiento se recrystaliza.



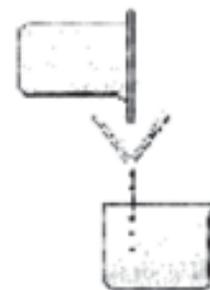
Calentamiento de la disolución



Filtrado de la disolución para eliminar impurezas



Enfriamiento del filtrado para que se formen los cristales



Filtrado de cristales



**Actividad 1.24** Contesta en forma individual o en equipo las siguientes preguntas.

- De acuerdo a las funciones que realiza el riñón en los animales, ¿con cuál proceso de separación lo relacionarías?
  - Decantación
  - Centrifugación
  - Filtración
  - Destilación
- Cuando un medicamento, trae anotada la frase «agítese antes de usarse», ¿a qué tipo de mezcla se refiere?
  - Disolución
  - Coloide
  - Emulsión
  - Suspensión
- En casa se preparan aguas frescas de horchata y de cebada, ¿cómo clasificarías a estas mezclas?
  - Disolución
  - Coloide
  - Emulsión
  - Suspensión
- Este método de separación de sustancias, encuentra aplicación industrial en la obtención de pigmentos naturales y en la identificación de sustancias tóxicas, como plaguicidas, tanto en aire, frutas, etc.
  - Cromatografía
  - Centrifugación
  - Filtración
  - Destilación
- En los laboratorios de análisis clínicos se utiliza este método para acelerar la separación del plasma y las células sanguíneas y en la petroquímica para separar sustancias sólidas suspendidas en el diesel. ¿A qué método nos referimos?
  - Cromatografía
  - Centrifugación
  - Filtración
  - Destilación
- Método que se utiliza en la obtención de vinos y licores, en la separación de los componentes del petróleo y del aire.
  - Cromatografía
  - Centrifugación
  - Filtración
  - Destilación



**Actividad 1.25.** Trabajo colaborativo; forma tu equipo y contesta el siguiente crucigrama.

## Mezclas



### Horizontales

5. Sustancia sublimable que en forma gaseosa se observa de color violeta
7. Si dos líquidos no se disuelven entre sí, se dice que son...
8. Método que utilizarías para separar los componentes de una tinta
9. Agregación de dos o más sustancias
10. Si tenemos una mezcla de cloruro de sodio, alcohol y agua, ¿cual sería el primer método que utilizarías para separarlos?
11. Palabra que señala que un cuerpo material se compone de diferentes partes dispersas de manera no uniforme

### Verticales

1. Estado físico que presentan las sustancias retenidas en el papel filtro
2. En las plataformas petroleras de PEMEX se extrae el petróleo mezclado con agua de mar, ¿qué método sugieres se debe utilizar para separar ambos componentes?
3. El alcohol etílico de 96° G.L., ¿es un elemento, un compuesto o una mezcla?
4. Nombre que se utiliza para indicar que un líquido es soluble en otro
6. Proceso de separación de mezclas en el que ocurren dos fenómenos físicos, la evaporación y la condensación

## 1.4 Propiedades de la materia

Vivimos en un mundo material en el que los objetos presentan propiedades muy diversas.

Las propiedades de la materia son aquellas características que nos permiten identificar o diferenciar a los diferentes cuerpos materiales.

Recuerda que las propiedades de un sistema son el resultado del comportamiento de sus partículas. Estas propiedades pueden ser generales y específicas.

### 1.4.1 Propiedades generales de la materia

Se les denomina así, porque son propiedades que presenta todo cuerpo material. Por ejemplo, la masa es una propiedad general de la materia, ya que todos los cuerpos materiales tienen masa.



**Actividad 1.26** Con la ayuda de tu profesor y mediante una lluvia de ideas completa la siguiente tabla.

Propiedades generales	Se refiere a
Volumen	La cantidad de espacio que ocupa un cuerpo
Masa	La cantidad de materia que posee un cuerpo
Peso	La fuerza de atracción gravitacional que ejerce la masa de un cuerpo, sobre la masa de otro.
Impenetrabilidad	
Inercia	
Discontinuidad	

### 1.4.2 Propiedades específicas de la materia

Son aquellas propiedades que nos permiten identificar o diferenciar a una sustancia de otra. Las propiedades específicas son de dos tipos: **propiedades físicas y propiedades químicas**.

#### Propiedades físicas

Las propiedades físicas son aquellas que se pueden medir o determinar sin que varíe la composición química de la sustancia, por ejemplo, el color, olor, estado físico, punto de ebullición, punto de fusión, densidad y solubilidad entre otras.

Por ejemplo, el agua posee las siguientes propiedades físicas:

- Un punto de ebullición de 100 °C a nivel del mar
- Una densidad de 1g/cm<sup>3</sup> a la temperatura de 4°C
- Un punto de fusión de 0 °C al nivel del mar



**Actividad 1.27** Con la ayuda de tu profesor y mediante una lluvia de ideas completa la siguiente tabla.

Propiedades físicas	se refiere a:
Estado de agregación	El estado en que se encuentra la materia: sólido, líquido, gaseoso, plasma y CBE.
Densidad	La relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.
Solubilidad	La facilidad con que una sustancia se disuelve en otra.
Punto de ebullición	
Punto de fusión	
Maleabilidad	

## Densidad

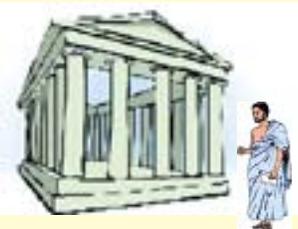
La densidad es una propiedad física que caracteriza a las sustancias y se expresa como la masa de una sustancia por unidad de volumen. Las unidades en que se expresa son, **g/cm<sup>3</sup>**, **g/mL**, **g/L**, **Kg/m<sup>3</sup>** y su expresión matemática es:

$$d = \frac{m}{v}$$

Donde:

**m** = masa del cuerpo

**v** = volumen ocupado por la masa del cuerpo



**¿Sabías qué ...** en el siglo III a de C. según la historia el rey Hierón de Siracusa, hizo entrega de ciertas cantidades de oro y plata a un joyero de la ciudad para que le fabricara una corona? Sólo que al término de la misma, el rey Hierón, desconfió del joyero y solicitó a Arquímedes que, conservando la integridad de la corona determinase si se había utilizado la cantidad de oro y plata entregada.

Arquímedes duró días sin encontrar respuesta al problema planteado por el rey, hasta que un día al estarse bañando, se dió cuenta que al sumergir su cuerpo en la bañera había un cierto desplazamiento de agua. Al analizar el fenómeno, encontró que el agua desplazada al entrar su cuerpo en la bañera, era igual al peso de su cuerpo.



Grabado que representa a Arquímedes  
Historia de la humanidad. Renacimiento y  
humanismo, Laurousse, Barcelona, 1997.

Había llegado así a enunciar el principio que lleva su nombre: Principio de Arquímedes, que nos dice que «*todo cuerpo sumergido en un fluido, experimenta un empuje vertical y hacia arriba, igual al peso de fluido desalojado*».

Fue así como Arquímedes demostró la estafa del joyero al comprobar que la densidad de la corona no correspondía a la que hubiera resultado de emplear todo el oro y la plata entregados por el rey.

Pero se dice que fue tanta su alegría por haber resuelto el problema, que sin pensarlo salió desnudo de la bañera a las calles de Siracusa, gritando ¡Eureka! ¡Eureka! (¡Lo encontré! ¡Lo encontré!).

Densidades de algunas sustancias en  $\text{g/cm}^3$

Sustancia	Densidad en $\text{g/cm}^3$	
Agua	1.00	
Hielo	0.92	
Oro	19.3	
Plata	10.50	
Aire	0.00129	

**Analiza el siguiente núcleo problematizador:**

Si congelas 1L de agua, ¿el volumen del hielo será mayor, igual o menor que el del agua líquida? \_\_\_\_\_

Independientemente de tu respuesta, ¿cómo comprobarías tu hipótesis?

\_\_\_\_\_



**Actividad 1.28** Compruébalo tú mismo, mide la densidad, la masa y el volumen de cuerpos regulares e irregulares.

Equipo	Cuerpos materiales
Probeta	Agua
Balanza granataria	Un pedazo de aluminio. $d=2.7 \text{ g/cm}^3$
	Un alambre o pedazo de cobre. $d= 8.92 \text{ g/cm}^3$

**Procedimiento:**

1. Observa si la balanza está calibrada y mide las masas de un trozo de cobre y otro de aluminio. Registra los resultados.

---



---

2. ¿Cómo medirías el volumen de los dos cuerpos, si ambos son irregulares?

---



---

3. Mide el volumen de ambos cuerpos (cobre y aluminio) y registra los resultados.

---



---

4. ¿Qué fórmula utilizarías para determinar la densidad de los cuerpos?

---



---

5. Compara la densidad obtenida experimentalmente con las densidades reales del cobre y el aluminio. ¿Existen diferencias? \_\_\_\_\_ Si la respuesta es afirmativa, ¿a qué la atribuyes?

---



---



**Actividad 1.29** Compruébalo tú mismo y busca explicaciones.

**Introducción**

Esta práctica de aula se sugiere para introducir el concepto de densidad, así como también para la resolución de varios problemas de densidad. Las actividades indicadas se deben efectuar por equipos de cuatro alumnos.

Equipo	Cuerpos materiales
2 envases de plástico transparente	Agua
2 ligas de hule o 2 huevos	Sal

## Procedimiento

1. Prepara 400 mL de una disolución de agua con sal de cocina, a una concentración aproximada del 20%.
2. Se requieren dos recipientes de plástico transparente, de material desechable, con la misma forma y de un volumen aproximado a 500 mL.
3. En un recipiente se agregan los 400 mL de agua. En el otro los 400 mL de la disolución de agua con sal.
4. Selecciona dos ligas lo más parecidas en tamaño y grosor o dos huevos.
5. Déjalas caer simultáneamente; una en cada recipiente. Observa qué sucede y trata de explicar las causas del fenómeno observado.

---



---



---



---



---



---



**Actividad 1.30** Trabajo colaborativo: En binas o en equipos de tres resuelvan los siguientes problemas.



### Problema resuelto

¿Cuál será el volumen que ocupará una pulsera de oro de 24 kilates, si esta tiene una masa de 20 g?

**Información necesaria:** Se necesita conocer la densidad del oro, la podemos encontrar en la tabla de la página 55.

**Estrategia:** Si conocemos la densidad y la masa podemos despejar el volumen.

$$d = \frac{m}{v} \quad \text{despejando} \quad v = \frac{m}{d}$$

**Resolución:**

$$v = \frac{20 \text{ g}}{19.3 \text{ g/cm}^3} = 1.03627 \text{ cm}^3$$



### Problema a resolver

Si 50 g de cobre se calientan a una temperatura superior a su punto de fusión ( $> 1083^\circ\text{C}$ ), este se volverá líquido. ¿Cuál es la masa del cobre fundido? ¿Se necesita alguna información adicional para resolver el problema?

**Problema a resolver**

¿Cuál es la masa de una disolución glucosada contenida en un frasco para solución intravenosa de 500 mililitros, si la densidad de la disolución glucosada es de 1.15 g/mL? ¿Se necesita alguna información adicional para resolver el problema?

**Problema a resolver**

En una probeta graduada están contenidos 150 mL de agua. En ella se introduce un pedazo de hierro de 35 g, si la densidad del hierro es de 7.86g/cm<sup>3</sup>, ¿cuál será el volumen final en la probeta? ¿Se necesita alguna información adicional para resolver el problema?

**Problema a resolver**

Si un cubo de hielo tiene 4 cm por cada lado y la densidad del agua es 1.00 g/mL a 4°C y de 0.92 g/mL a 0°C. ¿Cuál será el volumen de agua líquida, que queda cuando se funde el bloque de hielo? ¿Se necesita alguna otra información adicional para resolver este problema?

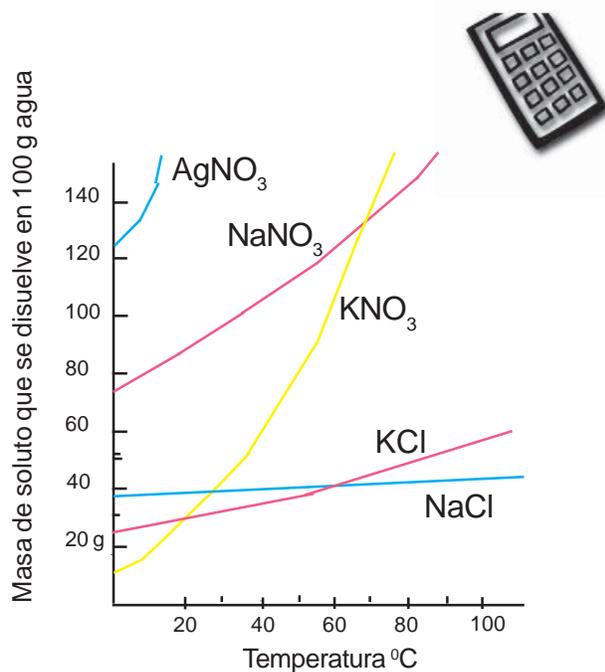
**Problema a resolver**

Determina la masa del aire contenido en un salón de clase que tiene las siguientes dimensiones: 10 m de largo, 7m de ancho y 3 m de altura, si la densidad del aire es 0.00129 g/cm<sup>3</sup>. ¿Se necesita alguna información adicional para resolver el problema?

## Solubilidad

La solubilidad es una propiedad física de las sustancias, la cual nos muestra la cantidad de soluto que se puede disolver en una cantidad dada de disolvente a una temperatura determinada. También se define como la cantidad máxima de sustancia sólida que se puede disolver en 100g de disolvente a una temperatura dada.

Por ejemplo: La solubilidad del nitrato de potasio,  $\text{KNO}_3$  en 100 g de agua a  $20^\circ\text{C}$  es de 30 g. Sin embargo, a  $50^\circ\text{C}$  se pueden disolver 80 g de  $\text{KNO}_3$ .



Gráfica de solubilidad de algunas sustancias

### Problema resuelto

Si se preparó una disolución saturada de  $\text{KNO}_3$  a  $20^\circ\text{C}$  y se volvió a saturar a  $50^\circ\text{C}$  en 100g de agua, ¿qué cantidad de nitrato de potasio cristalizará si la disolución saturada pasa de  $50^\circ\text{C}$  a  $20^\circ\text{C}$ .

### Información necesaria

Conocer cuantos gramos de  $\text{KNO}_3$  en 100g de agua se disuelven a  $20^\circ\text{C}$  y a  $50^\circ\text{C}$ .

### Estrategia

Si a  $50^\circ\text{C}$  se disuelven 80 g de  $\text{KNO}_3$ , si se enfría a  $20^\circ\text{C}$ , solamente se disolverán 30g. Entonces la cantidad que no se puede disolver, cristaliza.

### Resolución

$$80\text{g} - 30\text{g} = 50\text{g de } \text{KNO}_3$$



**Actividad 1.31** Trabajo colaborativo: En binas o en equipos de tres resuelvan los siguientes problemas.



### Problema a resolver

Encuentra la solubilidad del nitrato de sodio,  $\text{NaNO}_3$  a  $40^\circ\text{C}$  y a  $60^\circ\text{C}$ .

### Información necesaria

Para responder a esta pregunta, usa la gráfica de solubilidad del  $\text{NaNO}_3$



### Problema a resolver

¿Cuál es la masa de cristales que se forman si la disolución saturada de  $\text{NaNO}_3$  en 100g de agua se enfría de  $60^\circ\text{C}$  a  $40^\circ\text{C}$ . ¿Se necesita alguna información adicional para resolver el problema?



**Actividad 1.32** Investiga las propiedades físicas de las siguientes sustancias

Propiedad física	H <sub>2</sub> O	Alcohol etílico	Fe	Cu	O <sub>2</sub>
Punto de ebullición					
Punto de fusión					
Densidad					

## Propiedades químicas

Las propiedades químicas son aquellas que sólo pueden determinarse cuando cambia la composición de la sustancia. Estas describen el comportamiento de una sustancia en las reacciones químicas. Por tanto, también se pueden definir como la propiedad de una sustancia para combinarse o cambiar en otra o más sustancias.

Algunos ejemplos de propiedades químicas son, la reactividad de una sustancia con otras, la combustibilidad, la oxidación y la reducción, entre otras. Por ejemplo, una propiedad química de los gases nobles es que no reaccionan en condiciones normales, sólo cuando se varía la presión y la temperatura.



### Propiedades del hierro

Propiedades físicas	Propiedades químicas
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Es de color gris plateado.</li> <li>● Es blando.</li> <li>● Fácilmente se puede convertir en alambres (dúctil) y en láminas (maleable).</li> <li>● Es magnético.</li> <li>● Buen conductor del calor y la electricidad.</li> <li>● Densidad = 7.86 g/cm<sup>3</sup></li> <li>● Punto de ebullición = 3000 °C</li> <li>● Punto de fusión = 1536 °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Reacciona suavemente con el aire.</li> <li>● Se oxida fácilmente a 2+ y a 3+</li> <li>● Es un buen agente reductor.</li> <li>● Si se pone al rojo vivo arde.</li> <li>● Reacciona con los ácidos diluidos desplazando al hidrógeno.</li> <li>● Reacciona con los halógenos.</li> <li>● Se vuelve pasivo con los ácidos fuertes, como el nítrico y sulfúrico, porque forma una capa de óxido protectora.</li> </ul>

¿Sabías qué ...las propiedades de la materia también se suelen clasificar como extensivas e intensivas? Se dicen que son extensivas porque dependen de la cantidad de la muestra. Por ejemplo, la masa y el volumen. Se dice que son intensivas porque no dependen de la cantidad de la muestra. Por ejemplo, la densidad de una sustancia a temperatura y presión constantes es la misma, sin importar la cantidad de masa.



**Actividad 1.33** Clasifica cada una de las siguientes propiedades como físicas o químicas, según corresponda.

Propiedad	Física	Química
El cobre es un sólido a temperatura ambiente		
El azúcar es soluble en agua		
La guayaba tiene un olor característico		
El cloro es un gas amarillo verdoso		
El hierro se oxida fácilmente con la humedad		
El mercurio es un metal líquido		
El azúcar se fermenta y se transforma en alcohol		
Los metales conducen la electricidad y el calor		
El punto de ebullición del etanol es 78°C		

## Actividad complementaria de la unidad I



**Actividad 1.34** Contesta de manera colaborativa o mediante una lluvia de ideas las siguientes preguntas.

- ¿Cuál de los siguientes procesos no involucra un cambio de estado?  
a) La combustión    b) Cristalización    c) Destilación    d) Filtración
- Si colocamos una pastilla desodorante en el clóset y observamos que pasa al estado gaseoso sin dejar huella, este cambio físico se le denomina...  
a) Fusión    b) solidificación    c) Deposición    d) Sublimación
- ¿Qué método utilizarías para separar el agua de la sal humedecida?  
a) Evaporación    b) Destilación    c) Filtración    d) Sublimación
- Un pícaro escultor cubrió una figura de plata, con una pequeña capa de oro. Cierta magnate compró la escultura que le aseguraron ser de oro puro. Para comprobar que efectivamente la escultura era de oro, ordenó calentarla en un crisol, lo que le permitió descubrir la estafa de que había sido objeto e inmediatamente después demandó al escultor. ¿Qué propiedades físicas permitieron descubrir el engaño?  
a) Solubilidad y densidad    b) Punto de fusión y densidad    c) Densidad y sublimación
- A cierta compañía de gas doméstico no se le permitió cambiar la presentación de venta de sus tanques, ya que en lugar de vender tanques de 30 kg, pretendía vender tanques de 30 litros al mismo precio. ¿Qué propiedad nos permitiría detectar el fraude?  
a) Volumen    b) Compresibilidad    c) Densidad    d) Punto de fusión
- En un restaurante cierto estudiante, al escribir en una servilleta de papel con un plumín de color negro, accidentalmente cayó agua sobre su papel y asombrado observó que su escrito se convertía en una gama de colores. A esta separación, en química se le conoce como:  
a) Destilación    b) Evaporación    c) Filtración    d) Cromatografía
- En el laboratorio, los alumnos mezclaron limadura de hierro y azufre. Por más que agitaron, siempre se observaron ambas sustancias por lo que decidieron calentar. Rápidamente notaron un cambio de color. ¿Qué fue lo que se formó?  
a) Un compuesto    b) Nuevos elementos    c) Una mezcla    d) a y b son correctas
- En el análisis de una mezcla de líquidos, se encontraron alcohol y agua. ¿Qué método físico se debe emplear para separarlos?  
a) Ebullición    b) Decantación    c) Destilación    d) Centrifugación
- El ingeniero responsable del control de calidad de la industria Mazeite, se encontraba con un fuerte problema, pues al pasar revisión observó que uno de los tanques estaba abierto y había caído una fuerte lluvia. ¿Cómo resolvió el problema?  
a) Filtrando    b) Evaporando    c) Cristalizando    d) Decantando

10. Estado de agregación de la materia que no tiene forma, ni volumen constante y tiende a ocupar todo el espacio del recipiente que lo contiene:

- a) Sólido                      b) Líquido                      c) Gaseoso                      d) Ninguno de los anteriores

11. ¿Qué método utilizarías para separar una mezcla que contiene yodo y arena?

- a) Destilación                      b) Decantación                      c) Sublimación                      d) Filtración

12. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es la correcta?

- a) La gelatina es un ejemplo del estado físico "plasma"  
b) Los líquidos presentan demasiada compresibilidad.  
c) En los líquidos, las fuerzas de cohesión son menores que en los sólidos, pero mayores que en los gases.  
d) En los sólidos, predominan las fuerzas de repulsión sobre las de cohesión.

13. La siguiente es una lista de propiedades del azufre:

- i. Sólido frágil y cristalino.  
ii. Punto de fusión de 113 C.  
iii. Densidad de 2.1 g/cm<sup>3</sup>.  
iv. se combina con el oxígeno para formar el dióxido de azufre.

¿Cuál de estas propiedades podrían ser las mismas para un solo átomo de azufre obtenido de la muestra?

- a) i e ii solamente                      b) iii y iv solamente                      c) iv solamente  
d) Todas estas características serían iguales  
e) Ningunas de estas características serían iguales

14. El cambio del estado gaseoso a líquido, por el proceso de aumento de presión y disminución de temperatura, se denomina:

- a) Condensación                      b) Evaporación                      c) Sublimación                      d) Licuefacción

15. Tipo de propiedades que se utilizan para diferenciar a las distintas sustancias:

- a) Físicas                      b) a y c son correctas                      c) Generales                      d) Químicas

16. En cierto tanque hay una leyenda que dice: ¡atención! contiene 100 litros de fertilizante (XXY). Al leer esto, el agricultor agarró una cubeta para tomar unos litros, pero al abrir la llave encontró que dicho fertilizante no salía en forma líquida, sino gaseosa, ¿por qué se produce este cambio de estado de la materia?

- a) Porque se alteró su composición química                      b) Porque disminuyó la presión  
c) Porque aumentó la temperatura                      d) Porque aumentó la presión

17. ¿Cuál de los siguientes conjuntos de cuerpos materiales son sustancias constituidas por átomos del mismo número atómico?

- a) Aire y petróleo                      b) Bronce y latón                      c) Cobre y zinc  
d) Cloruro de sodio y cloruro de hidrógeno

18. Técnica de separación de mezclas que se basa en la diferencia de movilidad de las partículas de las sustancias de una muestra que se disuelven en una fase móvil y se desplazan a través de ésta en una columna, denominada también fase estacionaria o soporte.

- a) Filtración            b) Destilación            c) Cristalización            d) Cromatografía

19. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones corresponde a un compuesto?

- a) Podemos separarlos por métodos físicos  
 b) Contienen átomos del mismo tipo  
 c) Las sustancias que lo forman conservan sus propiedades originales  
 d) No pueden ser separados por métodos químicos  
 e) Las sustancias que lo forman se unen en proporciones definidas

20. Nombre que recibe el método de separación de mezclas que requiere de la realización de dos cambios físicos de la materia: primero una evaporación y luego una condensación:

- a) Filtración            b) Destilación            c) Sublimación            d) Decantación

21. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones corresponde a las mezclas?

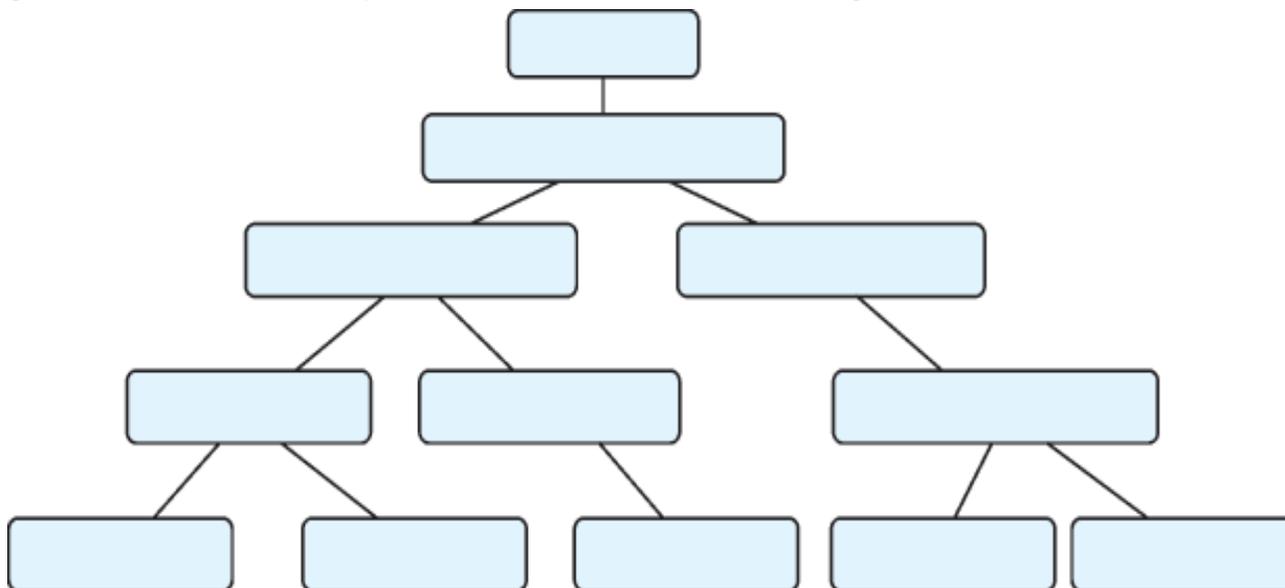
- a) En el momento de su formación, generalmente no hay manifestación notoria de energía  
 b) Unión física de dos o más sustancias en proporciones variables  
 c) Sus componentes conservan sus propiedades originales  
 d) Todas las anteriores son correctas

22. ¿Cuáles de las siguientes expresiones que se utilizan, significan lo mismo y cuáles son diferentes?

Igual: \_\_\_\_\_ Diferente: \_\_\_\_\_

- a) Una sustancia y una sustancia pura            b) Una mezcla heterogénea y una disolución  
 c) Una sustancia y una mezcla            d) Una mezcla homogénea y una disolución

23. Organiza los siguientes términos en un mapa conceptual: elemento, cuerpos materiales, compuesto, sustancias, cuerpos heterogéneos, mezcla homogénea, materia, cuerpos homogéneos, disoluciones, suspensiones, coloides, mezcla heterogénea.



24. Si se agregan unas gotas de vainilla a un globo de látex y posteriormente se infla, se ata y se agita, lograremos percibir que el olor sale del globo, ¿a qué consideras que se deba esto?

- a) A que el material con el que está hecho el globo, es poroso
- b) A que las moléculas de la vainillina son más pequeñas que los poros
- c) A que las moléculas de la vainillina se mueven libremente
- d) a,b y c son correctas

25. Una característica que puede ser observada sin que cambie la composición de la muestra es:

- a) Propiedad química
- b) Propiedad física
- c) Propiedad general
- d) Propiedad cristalina

26. El agua de mar no es una sustancia porque ...

- a) su composición puede ser variable de una muestra a otra
- b) es un líquido
- c) está salada
- d) tiene hidrógeno como parte de su composición

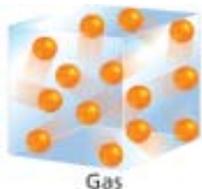
27. ¿Cuál de las siguientes mezclas es heterogénea?

- a) Una muestra de argón e hierro en un mismo contenedor
- b) Azúcar
- c) Azúcar en agua
- d) Muestras de nitrógeno y oxígeno en un mismo contenedor

28. Un \_\_\_\_\_ puede ser utilizado para visualizar estructuras submicroscópicas y explicar hechos.

- a) Variable
- b) Modelo
- c) Hipótesis
- d) Teoría

29. ¿Cuáles de las siguientes sustancias existen en estado gaseoso de manera natural?



- a) Vapor de agua
- b) Helio
- c) Hidrógeno
- d) Ninguna es correcta

30. Todo cuerpo material homogéneo que tiene una composición uniforme es una

- a) Mezcla
- b) Sustancia
- c) Sustancia sólida
- d) Sustancia gaseosa

31. ¿Qué rama de la química está más relacionada con el estudio de los compuestos del carbono?

- a) Q. analítica
- b) Q. inorgánica
- b) Q. Orgánica
- d) Bioquímica.

32. Cuando termina la sesión de laboratorio, siempre debes...

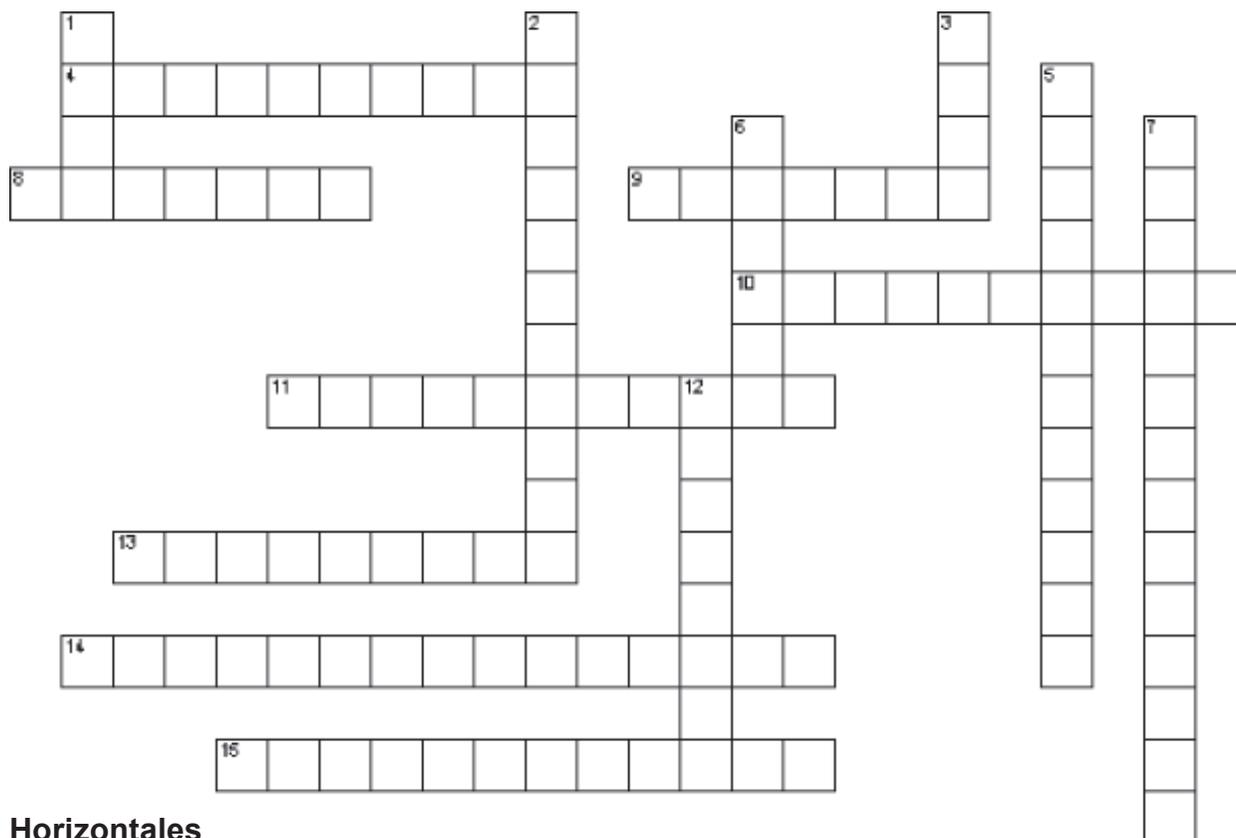
- a) Lavar tus manos
- b) Lavar tus ojos
- c) Bañarte en la regadera
- d) Comer y beber

33. ¿Cuáles de las siguientes propiedades son macroscópicas? ¿y cuáles submicroscópicas?

- a) El punto de ebullición del agua \_\_\_\_\_
- b) El ángulo de enlace H-O-H en el agua \_\_\_\_\_
- c) La propiedad del agua para disolver sustancias polares \_\_\_\_\_
- d) La densidad del agua \_\_\_\_\_
- e) La longitud del enlace H-O en el agua \_\_\_\_\_
- f) La presencia de dos pares de electrones libres en el oxígeno del agua \_\_\_\_\_
- g) El agua es una molécula polar \_\_\_\_\_
- h) El punto de fusión del agua \_\_\_\_\_

34. Resuelva el siguiente crucigrama, referido a las propiedades de la materia.

### Propiedades de la materia



#### Horizontales

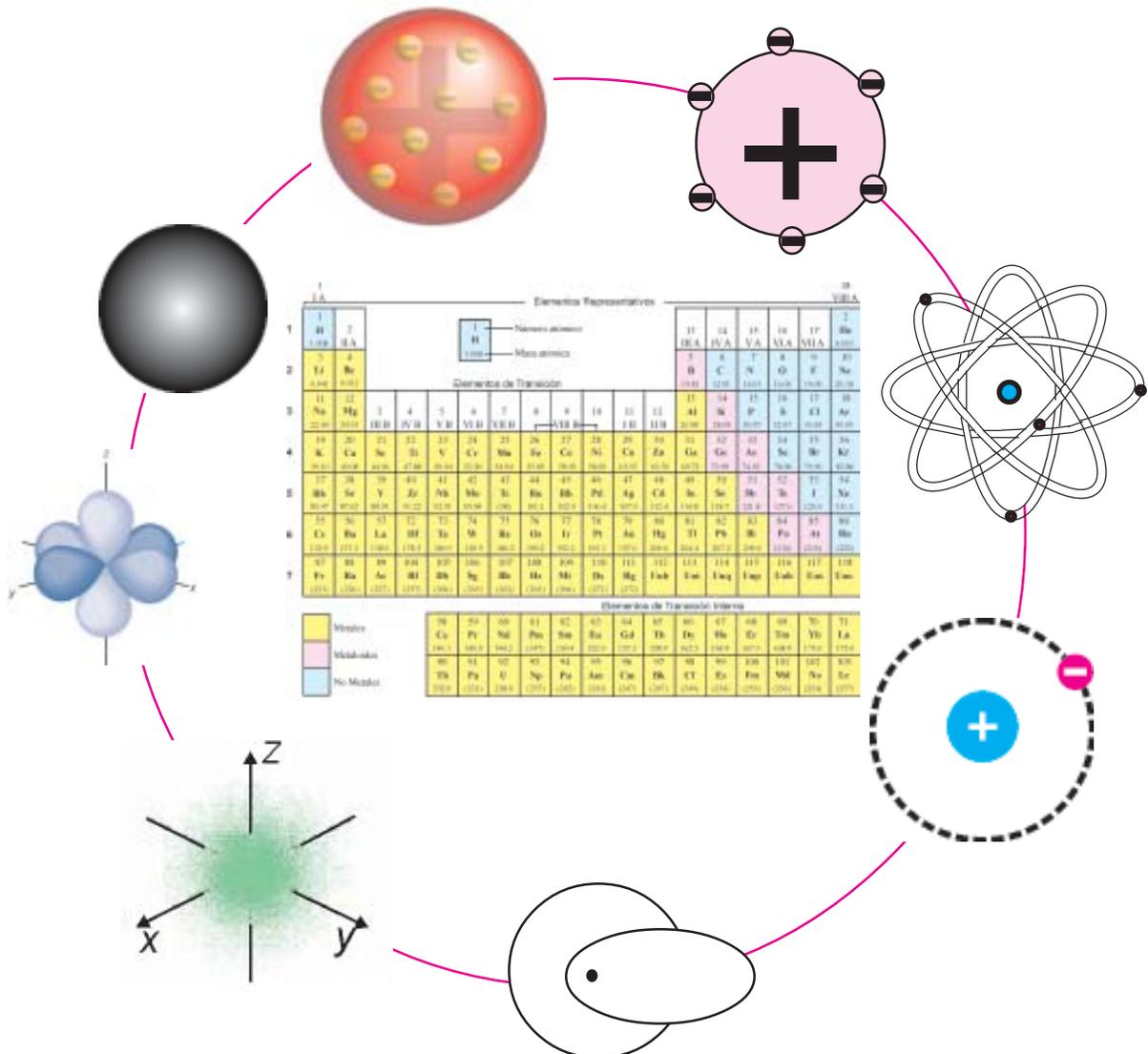
4. Nombre que reciben las propiedades que dependen de la masa de la sustancia
8. propiedad general referida al espacio ocupado por la masa de un cuerpo
9. Propiedad que sólo puede observarse cuando la sustancia en cuestión interactúa químicamente con otra
10. Nombre que reciben también las propiedades que no dependen de la cantidad de masa
11. Propiedad física que nos expresa la facilidad con que una sustancia se disuelve en otra
13. Propiedades que son comunes a cualquier tipo de cuerpo material
14. Propiedad de algunas sustancias que las hace capaces de arder
15. Propiedad física de los metales de poderse laminar

#### Verticales

1. Es el resultado de la fuerza de atracción gravitacional sobre la masa de un cuerpo
2. Propiedades que distinguen a una sustancia de otra
3. Propiedad general que nos expresa la cantidad de materia que posee un cuerpo
5. Propiedad de los metales de poderse deformar en hilos, cables y alambres.
6. Propiedad que puede determinarse, observarse o manipularse sin alterar la composición de la sustancia
7. Propiedades físicas que pueden ser percibidas a través de nuestros sentidos como el color, olor, sabor y olor.
12. Propiedad física que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo

# Unidad temática II

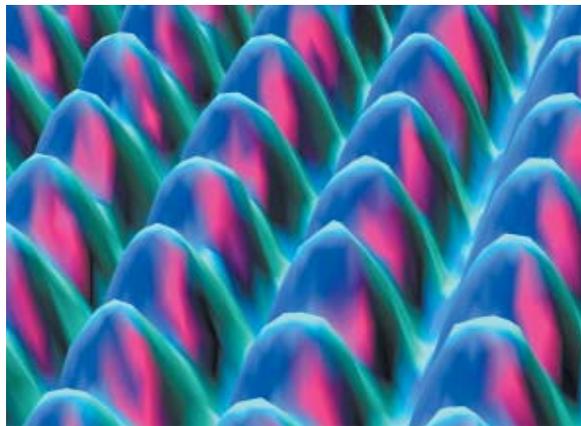
## Estructura de la materia y Tabla periódica





# Estructura de la materia y tabla periódica

## Introducción



**Átomos de níquel (imágenes obtenidas con microscopio de barrido de efecto túnel)**

En la unidad anterior tuviste la oportunidad de estudiar la materia y sus propiedades desde los niveles macro, submicro y simbólico. Conociste que la materia es de naturaleza corpuscular y que ésta a su vez está constituida de átomos, iones o moléculas en constante movimiento.

En esta unidad podrás iniciar con el conocimiento de la estructura del átomo, paso fundamental para poder comprender por qué la materia se comporta de la manera como lo hace.

El recorrido se inicia con el estudio del átomo desde la concepción de los filósofos griegos hasta el modelo atómico de Rutherford y continúa con los descubrimientos que de manera importante se dieron a finales del siglo XIX y a principios del XX y que constituyeron un gran paso en la comprensión de la naturaleza del átomo.

Hoy a más de 100 años de algunos descubrimientos como el de los rayos «X» y la radiactividad, siguen siendo de gran beneficio, pero también un arma de dos filos para la humanidad. Sólo basta analizar el costo-beneficio que el posterior descubrimiento del núcleo atómico y del neutrón trajeron consigo en el uso y abuso de la energía nuclear, recordemos Hiroshima y Nagasaki, para comprender la magnitud de los estragos de una guerra nuclear. Sin embargo, la energía nuclear en el siglo XXI, es de gran importancia para la producción de energía eléctrica, pero también de gran peligro para los países que la utilizan, ya que sus desechos radiactivos deben ser confinados en lugares seguros, para evitar que contaminen el suelo, aire y agua.

Como podrás observar, el conocimiento de la estructura atómica ha traído consigo una nueva era, en la que se deberá tener siempre presente el análisis costo-beneficio para tomar decisiones que favorezcan no sólo a unos cuantos, sino al resto de la humanidad.

Esta unidad te será de gran utilidad para conocer los componentes fundamentales del átomo, su caracterización, su distribución en los átomos y la correlación de la configuración electrónica con la posición de los elementos en la tabla periódica. Pero además, te será de gran utilidad en el estudio de la química, pues la tabla periódica es una herramienta importante para organizar e interpretar las tendencias en las propiedades periódicas de los elementos.

El desconocimiento de algunas propiedades de los elementos químicos ha llevado a la sociedad a utilizarlos de manera indiscriminada sin reparar en los daños que pueden ocasionar. El plomo ha sido uno de ellos, el cual ha sido utilizado desde la antigüedad para barnizar los recipientes de barro y hasta hace poco se descubrió la toxicidad de éste en los seres humanos. Es importante por tanto, conocer las propiedades químicas de los elementos, pues ello, nos permite valorar su importancia biológica, económica y social.

## Estructura de la materia y tabla periódica

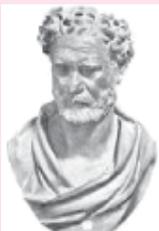
### Propósito de la unidad

Conocer el desarrollo histórico sobre el conocimiento de la estructura de la materia, para comprender el modelo actual del átomo y su configuración electrónica que nos permita explicar y predecir con el uso de la tabla periódica el comportamiento químico de los átomos, así como, valorar la importancia biológica, económica y social de algunos elementos químicos.

### 2.1 El átomo y sus modelos (desde los filósofos griegos hasta Rutherford)

Desde la antigüedad inquietaba al ser humano el origen del universo, pero además, el descifrar cómo estaba constituida la materia era uno de los retos.

Las primeras ideas de que la materia es de naturaleza discontinua y que está formada por átomos, se remonta al siglo V a de C., con las ideas de **Leucipo y Demócrito**.



#### Ideas de Demócrito

1. La materia está constituida de pequeñas partículas denominadas «átomos».
2. Los átomos son sólidos, indivisibles e indestructibles.
3. Entre los átomos hay vacío.
4. Las propiedades de la materia se deben al tamaño, forma y movimiento de los átomos.

Para **Demócrito**, la muerte no existía. Estaba convencido de que los átomos son eternos y que cuando una persona muere, sus átomos se incorporan al aire, al agua y a la Tierra. Pero en aquella y posteriores épocas, estas hipótesis no fueron aceptadas.

De acuerdo con lo anterior, existe la posibilidad de que alguno o muchos de los átomos que forman tu cuerpo haya pertenecido a un dinosaurio. ¿Tú qué opinas?

La palabra *átomo* en griego significa indivisible o que no se puede partir.

Otros griegos como **Empédocles** y **Aristóteles**, haciendo uso de la percepción y la lógica, más no de la experimentación, consideraron que la materia era continua y que no estaba formada por átomos. Esta idea perduró desafortunadamente más de 2000 años, debido a la influencia intelectual de Aristóteles, quien rechazó la idea del átomo.



**Actividad 2.1** Investiga qué filósofos contribuyeron al planteamiento de la teoría de los cuatro elementos, qué plantea dicha teoría y si en realidad alguno de éstos componentes son elementos químicos.



Es importante tener en cuenta que la teoría de Dalton describe adecuadamente lo mejor del pensamiento de su tiempo, y que aún, cuando encontremos que algunos de sus postulados no son válidos a la luz de los nuevos conocimientos. Debemos reconocer que sus teorías sirvieron como punto de partida para la evolución del pensamiento científico. Por ejemplo, de la teoría de Dalton podemos destacar las definiciones de átomo, elemento y compuesto.



**Actividad 2.3** Mediante una lluvia de ideas reconstruyan la definición de átomo, elemento y compuesto según la teoría de J. Dalton.

Definición de átomo según Dalton:

---



---

Definición de elemento:

---



---

Definición de compuesto:

---



---

### Conozca más...



John Dalton nació el 6 de septiembre de 1766, en Eaglesfield, Cumberland (hoy Cumbria), Inglaterra.

Comenzó a desarrollar su teoría atómica en 1803 y en 1808 publicó su obra *Nuevo sistema de filosofía química*, en el cual listaba las masas atómicas de varios elementos conocidos en relación con la masa del hidrógeno.

Dalton se imaginó a los átomos como esferas compactas y utilizó pictogramas para representarlos, pero además consideró que se combinaban en la relación más simple, HO, NH, CO, etc.



A la edad de 26 años (1792), Dalton descubrió que ni él ni su hermano eran capaces de distinguir los colores. Se dio cuenta de ello, cuando le regaló a su madre unas medias (que él creía azules) y ella le preguntó sorprendida cuál era la razón por la que le daba unas medias de color rojo escarlata, que no era apropiado para una mujer cuáquera. En su primer artículo científico importante, John Dalton proporcionó una descripción científica sobre este fenómeno que posteriormente se conoció con el nombre de daltonismo. Murió en Manchester en 1844.



**Modelo atómico de Dalton**

## Del átomo compacto, al descubrimiento del electrón.

Desde la época de John Dalton muchos experimentos habían permitido comprobar que los átomos realmente existen. Por tanto, el conjunto de interrogantes, ahora se enfocaba a cuestionarse, ¿de qué están constituidos los átomos?, ¿son realmente indivisibles e indestructibles?, ¿qué hace diferente a un átomo de un elemento al de otro?, ¿qué relación existe entre la materia y la energía?

La naturaleza eléctrica de la materia se conocía desde la antigüedad, pero fue hasta el siglo XIX que los científicos desarrollaron un modelo para explicarla.



**Actividad 2.4** Compruébalo tú mismo, frota un globo en tu pelo y trata de atraer algunos objetos como botellas de plástico vacías, latas de refresco, un chorro delgado de agua, etc.

¿Alguna vez has recibido una descarga eléctrica al tocar una perilla metálica, o al cerrar la puerta del auto, o al saludar a tu mejor amigo?

Una explicación del fenómeno consiste en que los objetos adquieren carga eléctrica al ser frotados. Un ejemplo de ello, puede ser un globo, que al ser frotado sobre nuestro pelo adquiere carga negativa.

1. Acerca el globo a una lata vacía de refresco, ¿qué esperas que suceda? ¿cómo explicarías el fenómeno observado?

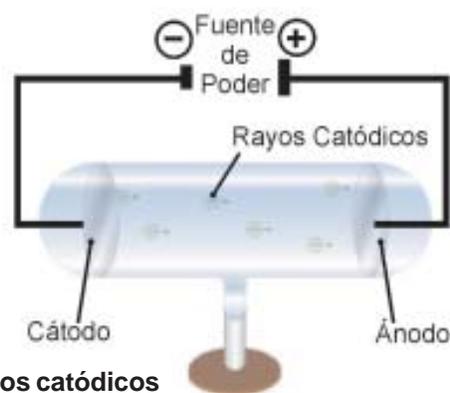


2. Al acercar el globo cargado a un fino chorro de agua, éste es atraído. ¿Cómo explicas el fenómeno observado?



Los distintos experimentos con la corriente eléctrica desarrolladas por Humphry Davy y Michael Faraday, permitieron establecer la naturaleza eléctrica de los átomos. Una de las conclusiones más importantes de Faraday, fue que la corriente eléctrica al igual que la materia, estaba formada por «átomos» de electricidad, unitarios e indivisibles. Observó además, que tanto sólidos como líquidos, podían transmitir la corriente eléctrica e intentó hacer pasar electricidad a través de un tubo de vidrio al cual le había extraído el aire, pero fracasó en sus intentos.

Fue hasta mediados del siglo XIX que los trabajos de Julius Plucker, Wilhelm Hittorf y William Crookes, permitieron observar el paso de la corriente eléctrica en un tubo de vidrio, al alcanzar un buen nivel de vacío y utilizar para ello, una pantalla fluorescente de sulfuro de zinc; a estos rayos luminosos se les denominó **rayos catódicos**, al descubrir que éstos se dirigían del cátodo(-) al ánodo(+).



Tubo de rayos catódicos

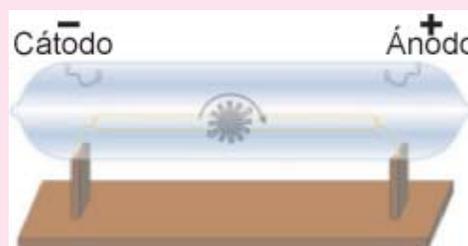
## ¿De qué naturaleza eran estos rayos?

Mucho se especuló acerca de la naturaleza de los rayos catódicos, pero la respuesta correcta vino del físico inglés **Joseph John Thomson** al repetir en 1897, los experimentos realizados por otros investigadores. Sus resultados demostraron que los rayos catódicos presentaban las siguientes características:

1. Los rayos eran desviados por campos magnéticos y eléctricos: la desviación revelaba el tipo de carga eléctrica, eran negativos.



2. Los rayos hacían mover las aspas de un pequeño rehilete, lo que indicaba que estaban constituidos de materia, presentaban masa e inercia. Eran partículas y no rayos como se suponía.



El físico irlandés **George Johnstone Stoney**, desde 1874 había sugerido el término **electrón** para la misma carga eléctrica negativa que se manifestaba en los fenómenos electrolíticos.

En 1897, J.J. Thomson logró medir el valor de la relación carga-masa de estas partículas, por ello fue considerado el descubridor del electrón:

$$\frac{e}{m} = 1.759 \times 10^{11} \text{ C/kg}$$

En 1909 el físico norteamericano Robert Millikan determinó experimentalmente la carga del electrón, con su famoso experimento de la gota de aceite. El valor actual de la carga, es de

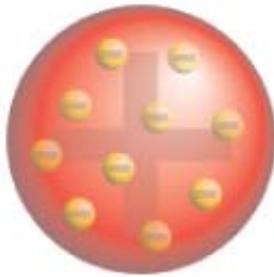
$$e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

Al conocer la carga del electrón y la relación carga-masa Millikan determinó la masa de un sólo electrón.

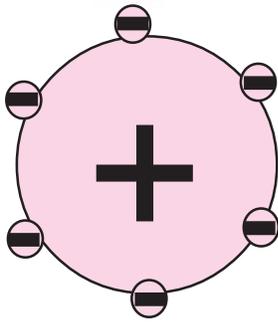
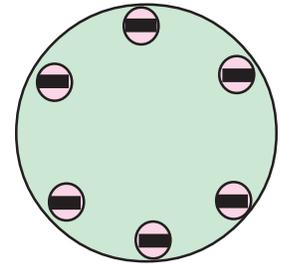
$$m = \frac{1.602 \times 10^{-19} \text{ C}}{1.759 \times 10^{11} \text{ C/kg}} = 9.108 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

Al caracterizar al electrón, como partícula con carga y masa, era evidente que éste formaba parte de la materia, y si la materia está formada por átomos, los átomos debían tener electrones. Thomson pensó entonces, que si los cuerpos son eléctricamente neutros, los átomos también debían serlo. Si tienen carga negativa, deben tener también carga positiva y la suficiente para neutralizarla. Con estas afirmaciones **Thomson** propuso un modelo de átomo en 1904, pero al igual que él, en 1902 *lord Kelvin* (**William Thomson**) había propuesto que el átomo estaba constituido de una esfera positiva uniforme, dentro de la cual se encontraban inmersos los electrones.

El átomo, como un todo, era eléctricamente neutro. A este modelo se le conoce como “budín o budín con pasas”.



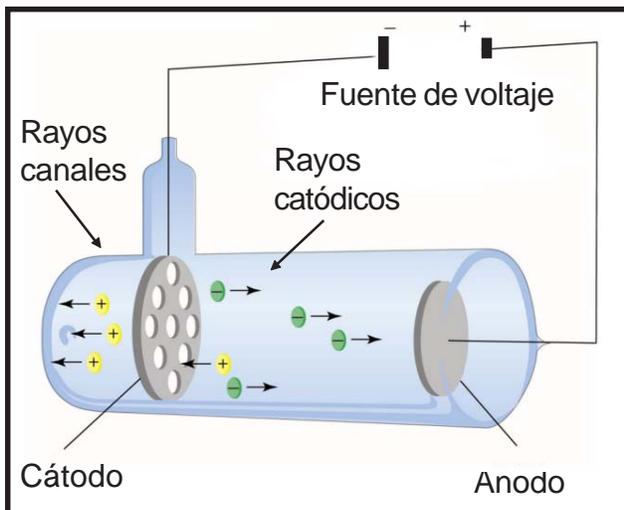
Thomson consideró al átomo como una esfera de carga positiva en la cual se encuentran inmersos los electrones, de forma similar a como se colocan las pasas en una gelatina.



Años después, el físico francés **Jean Perrin** propuso un nuevo modelo, que a diferencia del modelo atómico de Thomson, planteaba que los electrones se encontraban fuera de la esfera positiva.

## El protón y los rayos canales

En honor a la verdad, los protones ya habían sido descubiertos en 1886 por **Eugene Goldstein**, quien al observar cierta luminosidad detrás del cátodo, se dió a la tarea de investigar el fenómeno. Para ello, perforó el cátodo y observó que los rayos luminosos, atravesaban los orificios o «canales» en sentido contrario a los rayos catódicos, debido a esta particularidad les denominó **rayos canales**.



Años más tarde, se descubrió que estos rayos eran iones positivos, que se formaban al ser ionizado el gas presente en el tubo de descarga, debido a la acción del flujo de electrones. Con la experiencia de la caracterización del electrón, fue más fácil determinar la relación carga-masa del protón. **Wilhelm Wien** determinó la relación carga masa de esta partícula.

Fue hasta 1919 que **E. Rutherford** logró aislar e identificar a un protón, por ello se le considera el descubridor de esta partícula subatómica, ya antes había sugerido su presencia en el núcleo atómico.

La masa relativa del protón resultó ser 1837 veces mayor que la del electrón.

## Dos nuevos descubrimientos: Los rayos X y la radiactividad

Los últimos años del siglo XIX fueron el escenario de dos grandes descubrimientos: los rayos X y la radiactividad, que permitieron escudriñar en la estructura atómica y perfeccionar el modelo. Puede decirse que ambos descubrimientos se debieron a situaciones accidentales o más bien a la **Serendipia** en la ciencia.

¿Sabías qué...el término *serendipia* es sinónimo de *chiripa* y que ambos se utilizan para denotar que el descubrimiento o solución de un problema, ha sido resuelto de manera accidental? Un ejemplo de ello, según Umberto Eco, es el descubrimiento de América, así como el principio de Arquímedes y el descubrimiento de los rayos X.

## Röntgen y los rayos X

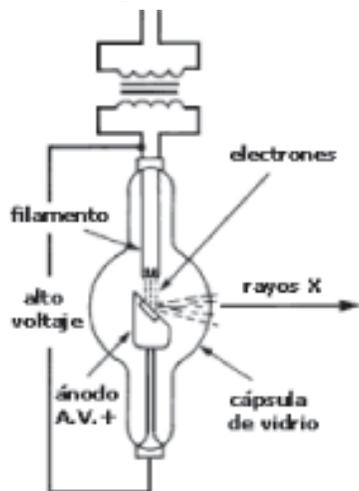


Diagrama del tubo de rayos X utilizado por Röntgen.

En 1895, Wilhelm Konrad Röntgen trabajaba con un tubo de rayos catódicos, cuando inesperadamente una pantalla fluorescente que se encontraba fuera del aparato emitió luz. Röntgen concluyó que del tubo salía un tipo de rayos desconocidos, capaces de atravesar el vidrio, el cartón y la piel. Lo más impactante sucedió cuando agitó su mano entre la fuente de radiación y la pantalla, pudo ver la sombra de los huesos de su propia mano.



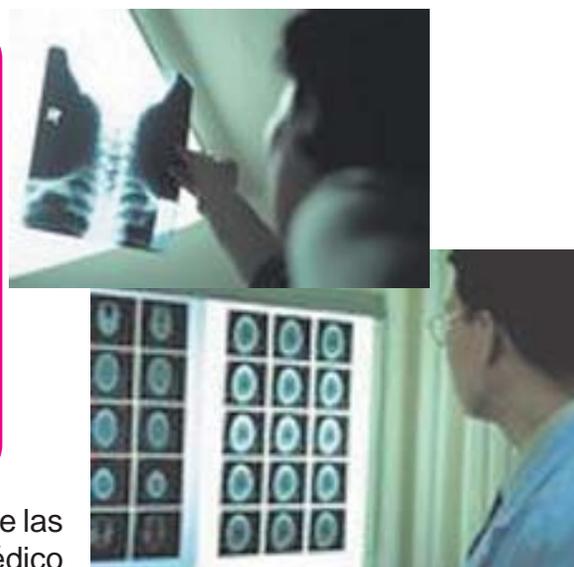
Las manos de su esposa fueron las primeras imágenes obtenidas por Röntgen



Esto causó revuelo en la sociedad de aquella época, tanto que en Nueva Jersey se discutió la aprobación de una ley que prohibiese el uso de prismáticos de rayos X; dado que los misteriosos rayos Röntgen eran capaces de atravesar el vestido y el corsé.

Una poesía que describe con bastante exactitud el sentir de aquella época, es la siguiente:

**Los rayos Röntgen, los rayos Röntgen  
¿qué es esta locura?  
La ciudad está que arde  
con la llegada  
de los rayos X  
estoy aturdido,  
horrorizado y asombrado.  
Pues ahora,  
he oído que verán  
a través de la capa y los vestidos e incluso  
del corsé  
¡Estos pícaros rayos Röntgen!**



Sin embargo, este descubrimiento pasó a ser una de las herramientas más importantes en el diagnóstico médico y actualmente sigue siendo utilizado para examinar huesos rotos, objetos extraños en el cuerpo, pulmones enfermos, y aún más, para detectar contrabando en aeropuertos y envíos postales. Este descubrimiento le valió a Röntgen el primer premio Nobel de Física en 1901.

Años más tarde se descubrió que los rayos X, son de naturaleza ondulatoria y de alta frecuencia, que pueden atravesar la piel, el aluminio, la madera, entre otros. Hoy sigue siendo uno de los descubrimientos más importantes, con aplicación en medicina, en metalurgia, cristalografía, etc.

## Becquerel y la radiactividad

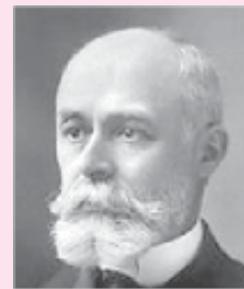
El descubrimiento de los rayos X, llevó al físico francés **Henri Becquerel** en **1896**, a tratar de producir rayos X a partir de sales de uranio; sulfato de potasio y uranilo,  $(K_2SO_4 \cdot (UO)_2SO_4 \cdot 2H_2O)$ . Pensaba que al exponerlas a la luz solar podría conseguir su propósito, ya que sabía que eran luminiscentes y que producían fluorescencia después de haber estado expuestas a dicha luz.



Sales de uranio

Descubrió que tras exponer un cristal de sal de uranio a la luz durante unos instantes y colocarlo sobre una placa fotográfica, envuelta perfectamente en papel negro, quedaba grabada sobre la placa la silueta nítida del cristal.

Esto le causó gran alegría, pues creía haber descubierto un método de obtener rayos X sin tener que recurrir al engorroso tubo de Crookes.



A



B

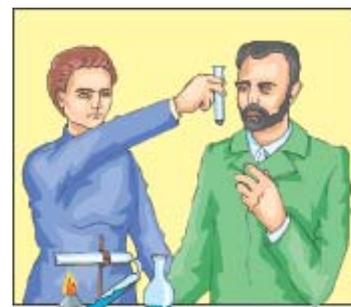
**Experimento de Becquerel. A) Representa las sales de uranio sobre la placa fotográfica. B) La placa fotográfica revelada.**

Para mayor seguridad decidió realizar de nuevo el experimento, envolvió otra placa fotográfica en papel negro y colocó sobre ella el cristal de sal de uranio, pero en ese mismo instante el cielo se nubló y no volvió a salir el Sol durante los tres días siguientes. Finalmente arrastrado por la curiosidad y la impaciencia, Becquerel decidió revelar la placa fotográfica, esperando ver la silueta casi imperceptible. Pero cual sería su sorpresa, al observar que la silueta era tan nítida como si la hubiera expuesto al Sol.

¿Qué explicación podía tener aquello?

Los experimentos posteriores llevaron a Becquerel a concluir, que la radiación procedente de las sales de uranio no tenía nada que ver con el fenómeno de fluorescencia, sino que era una característica propia del uranio. Se había descubierto así, un nuevo fenómeno.

Esto despertó el interés de otros científicos, que se dieron a la tarea de investigar esta nueva radiación o rayos «Becquerel», como se les denominó. Entre ellos se encontraban los esposos Curie. Fue Maria Sklodowska Curie, quien bautizó este fenómeno con el nombre de **radiactividad**, sus investigaciones la llevaron al descubrimiento de dos nuevos elementos radiactivos: el radio y el polonio.



**¿Sabías qué...** la radiactividad, es un fenómeno natural y espontáneo que consiste en la emisión de partículas alfa, beta y rayos gamma debido a la desintegración de ciertos núcleos atómicos inestables

## Conozca más...de nuestros científicos mexicanos

### El tubo de rayos catódicos y la TV

Es en los años 20 cuando comienza a tomar forma la televisión, gracias a la aportación e invención de muchos científicos; una de esas invenciones es el tubo de rayos catódicos.

La mayoría de las pantallas de televisión tienen un tubo de rayos catódicos, el cual produce un haz de electrones. Los circuitos que hay dentro de la televisión procesan y amplifican la señal electrónica recibida de la estación de televisión. Esta señal es enviada a diferentes partes de la pantalla por los campos magnéticos.

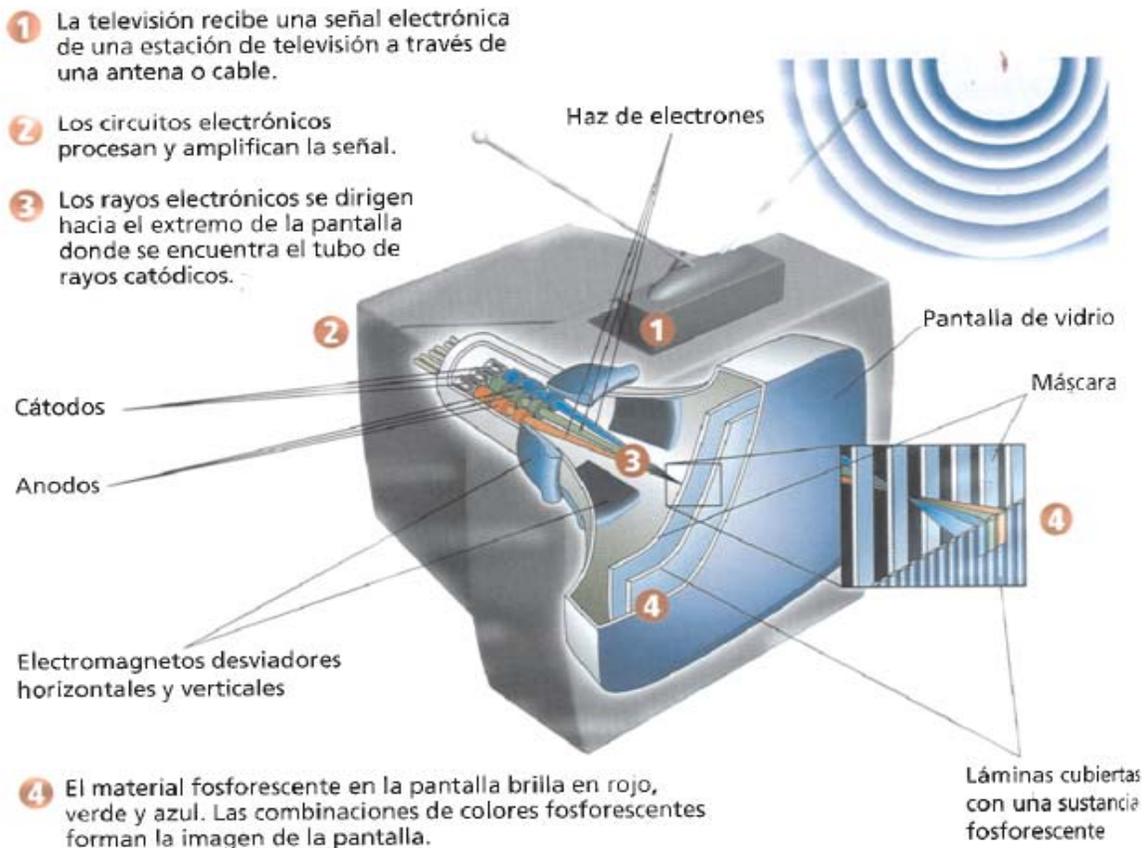
La televisión monocromática o en blanco y negro, como así se le conoció, tuvo un gran éxito comercial, pero las investigaciones por lograr una televisión a color continuaron.

En México, el ingeniero Guillermo González Camarena, realizó experimentos en televisión a partir de 1934, pero fue hasta 1946, que se puso en funcionamiento la primera estación de TV en la ciudad de México, Canal 5.

González Camarena nació en 1917 en Guadalajara, Jalisco y murió en 1965 pero en su corta vida logró impactar al mundo al inventar la televisión en color, gracias a su Sistema Tricromático Secuencial de Campos. Obtuvo la patente de su invento tanto en México como en Estados Unidos el 19 de agosto de 1940. Por todos estos hechos, se le conoce al ingeniero González Camarena como el «Padre de la televisión mexicana».



### Cómo funciona



Fotografía tomada de L. Dingrando, L. et al (2003). Química: Materia y cambio. Mc Graw Hill



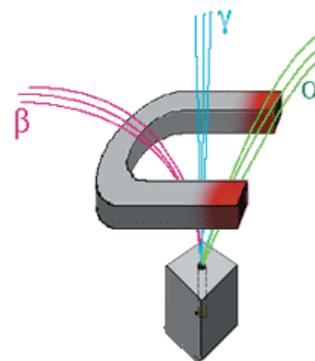
**Actividad 2.5** Investiga la definición de fluorescencia y fosforescencia y encuentra las diferencias y semejanzas entre estos dos fenómenos.

Fenómeno	Semejanzas	Diferencias
<b>Fluorescencia:</b>		
<b>Fosforescencia:</b>		

### ¿Cuál era la naturaleza de esa radiación?

En un principio se pensó que las emanaciones eran rayos X. Los descubrimientos realizados por Rutherford, Thomson y Willard, permitieron descubrir la naturaleza de los rayos Becquerel y encontraron que en presencia de un campo magnético o eléctrico intenso estos se separaban en tres tipos de radiaciones.

Un tipo de radiación era atraída hacia el polo negativo del campo eléctrico, lo que indicaba la presencia de una carga positiva en ellos, éstos fueron denominados **rayos alfa** ( $\alpha$ ). Los que fueron atraídos hacia el polo positivo, demostrando así su naturaleza eléctrica negativa, se les denominó **rayos beta** ( $\beta$ ). La tercera emanación no sufría desviación alguna por los campos eléctricos y magnéticos, lo que indicaba la ausencia de carga en ella, fueron denominados **rayos gamma** ( $\gamma$ ).

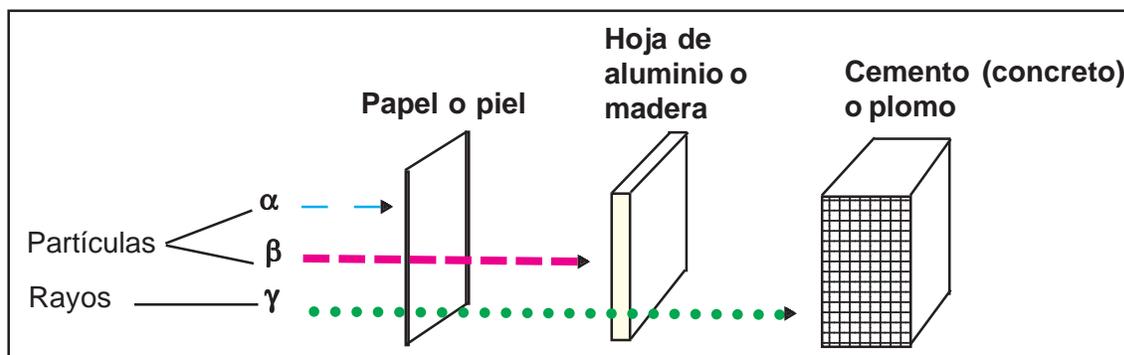


Trayectorias seguidas por las radiaciones provenientes de sustancias radiactivas en presencia de un campo magnético.

### Características de los rayos alfa, beta y gamma

Rayos	Naturaleza	Carga	Poder de penetración
$\alpha$	Partículas con la masa de un núcleo de helio.	+2	Poco (menos de medio mm de espesor)
$\beta$	Electrones acelerados. producto de la desintegración de un neutrón.	-1	Regular (menos de 3 mm de espesor).
$\gamma$	Radiación electromagnética semejante a los rayos X.	0	Mucho (entre 5-10 cm de espesor).

### Poder de penetración de los rayos alfa, beta y gamma



La radiactividad proporcionó la clave para revelar los secretos del átomo. ¿Cómo se logró esto? ¿De qué forma se consiguió penetrar en el átomo y comprobar si era o no un budín de pasas? En 1911, Ernest Rutherford con su experimento de dispersión de partículas alfa, daría la pauta para interpretar la distribución de las partículas en el átomo y con ello, el nacimiento de un nuevo modelo atómico.

### El experimento de dispersión de las partículas alfa

Rutherford pensó, que las partículas alfa podrían constituir proyectiles adecuados para hacerlos incidir sobre láminas de oro, lo suficientemente delgadas, como para que fuese máxima la probabilidad de que una partícula alfa, sólo fuera dispersada por un único átomo durante el tiempo que tardaba en atravesar la lámina.

¿Sabías qué ...la luz visible no se puede utilizar para observar un átomo, porque su longitud de onda es aproximadamente 1000 veces mayor que el tamaño de un átomo.

### ¿Qué cabría esperar que ocurriese al bombardear las láminas delgadas de oro, con las partículas alfa?

Los primeros resultados fueron compatibles con el modelo de Thomson: mostraron que aparentemente todas las partículas alfa atraviesan la lámina sin desviarse. Sin embargo, en posteriores investigaciones se encontró que había desviaciones del orden de un grado. Ante esto, Geiger le sugirió a Rutherford que encargara a Marsden, investigar si existían partículas alfa que se dispersaban en ángulos más grandes.

### ¿Qué es lo que se encontró en realidad?

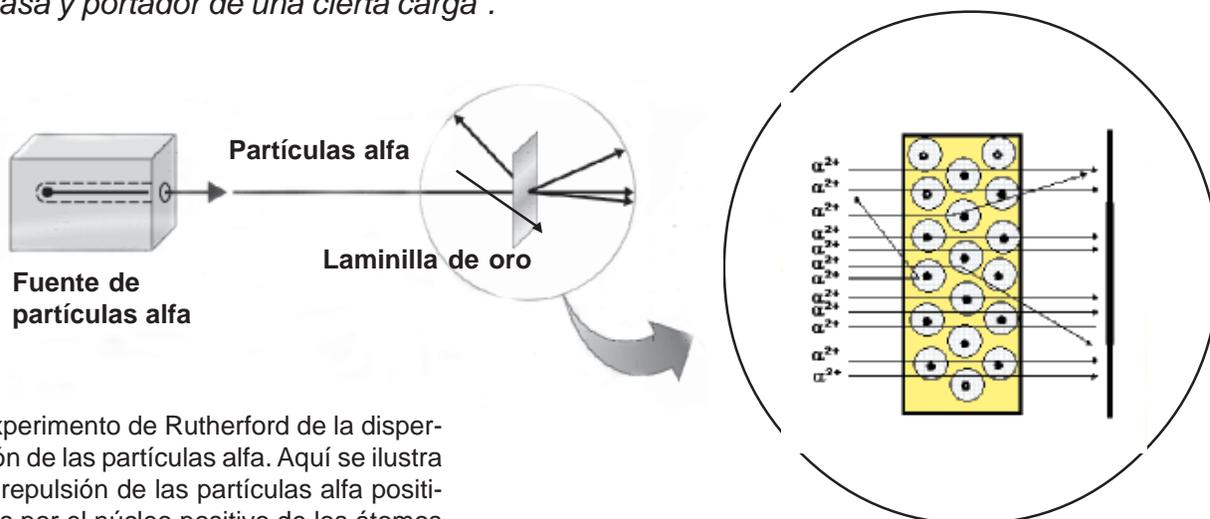
Dejemos que sea el propio Rutherford el que nos responda:

*“En confianza les confesaré que no creía yo que esto fuera posible...la probabilidad de que una partícula alfa sufriese una dispersión hacia atrás era muy pequeña. Recuerdo que dos o tres días más tarde vino Geiger todo excitado y me dijo: «Hemos logrado que algunas de las partículas alfa volvieresen hacia atrás». Fue la cosa más increíble que jamás me haya podido ocurrir en mi vida. Era casi tan increíble como que disparásemos una bala de 15 pulgadas sobre un papel de seda, volviere y nos hiriese”.*

### ¿Qué implicaciones tenía este descubrimiento sobre la estructura del átomo?

De nuevo es Rutherford quien lo describe maravillosamente:

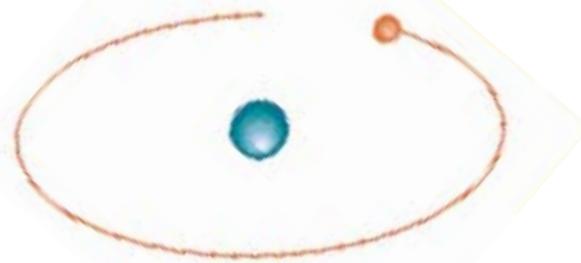
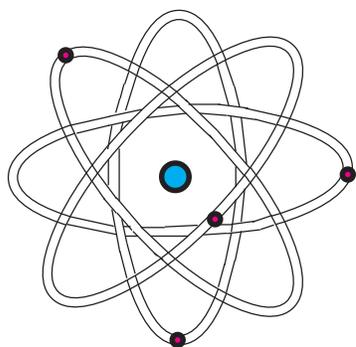
*“Recapitando llegué al convencimiento de que esta dispersión hacia atrás debía ser consecuencia de una única colisión, y tras hacer cálculos comprendí que era imposible obtener algo de ese orden de magnitud, al menos que se tomase como punto de partida un sistema en el que la mayor parte de la masa del átomo estuviera concentrada en un núcleo diminuto. Fue entonces cuando me vino la idea de un átomo con un núcleo diminuto de gran masa y portador de una cierta carga”.*



Experimento de Rutherford de la dispersión de las partículas alfa. Aquí se ilustra la repulsión de las partículas alfa positivas por el núcleo positivo de los átomos metálicos de oro.

## Modelo atómico de Rutherford

Los resultados de sus experimentos llevaron a Ernest Rutherford en 1911, a concluir que los átomos poseen un núcleo positivo muy pequeño, alrededor del cual se mueven los electrones. Su modelo se conoce como el modelo del sistema planetario, el cual entró rápidamente en contradicción con la teoría electromagnética de Maxwell de aquel tiempo, al no poder explicar cómo estarían los electrones girando alrededor del núcleo sin emitir energía. Más tarde, se demostraría que las leyes del mundo macroscópico no rigen las del mundo submicroscópico.



## 2.2 Partículas subatómicas

### Pregunta exploratoria

¿Si la masa relativa del electrón es 1837 veces más pequeña que la masa del protón, a cuanto equivale en una aproximadamente?

Una vez que el protón y el electrón fueron descubiertos y que pudo determinarse la masa atómica del átomo de hidrógeno: 1 uma, se encontró que ésta era igual a la masa correspondiente al número de protones que poseía. Sin embargo, al medir la masa atómica de otros átomos con mayor número atómico (y por tanto, mayor número de protones), por ejemplo, el helio, cuyo número de protones es 2; los científicos encontraron que su masa total es igual a 4 uma. Esto hizo suponer que dentro del núcleo existían otras partículas, además de los protones, que afectaban el valor de la masa total del átomo. Este hecho fue demostrado y comprobado años más tarde.

En 1932, el físico inglés **James Chadwick**, descubrió con sus experimentos la presencia de una tercera partícula subatómica que no poseía carga y cuya masa era semejante a la del protón, a esta partícula por sus características se le denominó **neutrón**.



**Actividad 2.6** Completa la siguiente tabla con las características de cada partícula subatómica.

Partícula	Símbolo	Descubridor	Lugar en el átomo	Carga eléctrica	Carga eléctrica relativa	Masa de la partícula	Masa relativa
Electrón	e <sup>-</sup>	J.J. Thomson	Fuera	-1.6 x 10 <sup>-19</sup> C	-1	9.11 x 10 <sup>-31</sup> kg	
Protón							1 uma
Neutrón							

¿Sabías qué... la masa de un átomo de un elemento determinado, es una masa promedio de los isótopos de ese elemento? Esta se obtiene multiplicando la masa atómica exacta de cada isótopo por el decimal de su porcentaje de abundancia en la naturaleza y considerando la suma promedio de los valores obtenidos.

Por ejemplo, la masa atómica del carbono es 12.01 y se obtiene a partir de los porcentajes de cada isótopo: C-12, con el 98.893% y masa 12 y C-13, con el 1.107% y masa 13.003:

$$A = \frac{98.893 \times 12 + 1.107 \times 13.003}{100} = 12.01 \text{ uma}$$

## Conozca más ...

### ¿Qué tan elementales son las partículas subatómicas?

Una **partícula elemental** es aquella que no está formada por otras partículas y que por lo tanto, no se puede dividir. En la década de los 60 los físicos se dieron cuenta que la idea de que la materia estaba constituida sólo por partículas elementales como el protón, neutrón y electrón, era insuficiente para explicar las nuevas partículas que se estaban descubriendo.

La teoría de los **quarks**, de Murray Gell-Mann y Zweig solucionó estos problemas. Esta teoría que hoy se conoce como el Modelo Standard de las Partículas e Interacciones, ha ganado aceptación, a partir de las nuevas evidencias proporcionadas por los aceleradores de partículas.

La palabra **quark** fue originalmente utilizada por James Joyce en su novela «Finnegans Wake», de la cual Murray la toma para designar a estas partículas elementales.

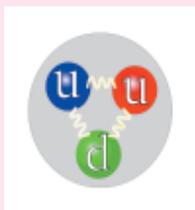
	Dentro del núcleo	Símbolo	Tipo de carga	Fuera del núcleo	Símbolo	Tipo de carga
Partículas del mundo material	Quark's			Leptones		
	Arriba (up)	u	+2/3	Electrón	e <sup>-</sup>	-1
	Abajo (down)	d	-1/3	Neutrino del electrón	n <sub>e</sub>	0
	Extraño (strange)	s	-1/3	Muón	m	-1
Partículas que sólo se observan en el laboratorio y se considera, existieron en el Big Bang	Encanto (charm)	c	+2/3	Neutrino del muón	nm	0
	Fondo (Bottom)	b	-1/3	Tau	t	-1
	Cima (top)	t	+2/3	Neutrino del tau	nt	0



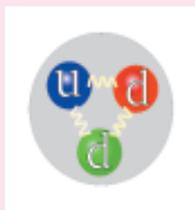
Fotografía de Murray Gell-Mann tomada de wikipedia.org

Hay seis tipos de quarks: up(arriba), down (abajo), strange (extraño), charm (encanto), bottom (fondo) y top (cima). La carga eléctrica del quark es fraccionaria de  $-1/3$  o  $+2/3$ . De acuerdo a la teoría de Murray-Gellman los quarks poseen carga de color (que nada tiene que ver con el color que percibe el ojo humano). Existen tres tipos de carga de color: roja, azul y verde.

Los electrones y los quarks forman prácticamente toda la materia de la que estamos rodeados. Los quarks up y down forman los protones y neutrones, que a su vez forman los núcleos atómicos. El protón está formado por tres quarks: 2 up y 1 down. La suma de las tres cargas es  $+1: 2(2/3) - 1/3 = +1$ . El neutrón también está formado por tres quarks: 2 down y 1 up. La suma de sus tres cargas es cero:  $2(-1/3) + 2/3 = 0$



Protón

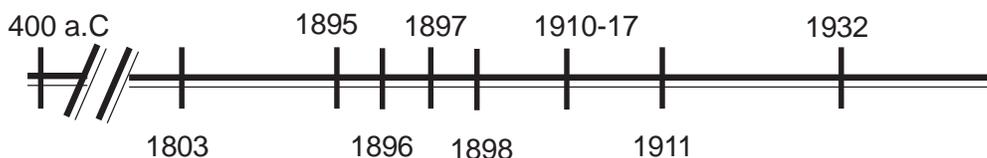


Neutrón

Tomado de <http://es.wikipedia.org/wiki/Quark>



**Actividad 2.7** Relaciona las columnas siguiendo la línea del tiempo, sobre el desarrollo histórico en el conocimiento de la estructura del átomo.



I.	E. Rutherford	a) Descubrimiento de los rayos X	1. 1803
II.	J. J. Thomson	b) Descubrimiento del electrón	2. 1895
III.	J. Dalton	c) Descubrimiento de la radiactividad	3. 1896
IV.	W. Röentgen	d) Postuló la teoría atómica	4. 1897
V.	H. Becquerel	e) Descubrimiento del núcleo atómico	5. 1911

- A) III d1, IV a2, V b3, II c4, I e5  
 B) III d1, IV a2, V c3, II b4, I e5  
 C) III a1, IV d2, V c3, II b4, I e5  
 D) III d1, IV a2, V c3, II e4, I b5  
 E) III a1, IV e2, V c3, II b4, I d5

### Pregunta exploratoria

¿Qué determina el número atómico de un elemento?

- a) El número de neutrones  
 b) El número de electrones  
 c) El número de protones

## 2.3. Número atómico, número de neutrones y número de masa

El **número atómico** fue propuesto por **Henry Moseley** en 1913, y determina el **número de protones** presentes en el **núcleo de un átomo**. Nos indica también, el número de orden o posición de un elemento en la tabla periódica. De manera general el número atómico se representa por la letra "**Z**".

Los átomos que tienen el mismo valor de **Z** pertenecen al mismo elemento. El hidrógeno es el elemento más ligero y su valor de **Z**=1. Existen elementos con **Z**, menor o igual a 118; 92 de ellos son naturales, mientras que el resto han sido creados artificialmente.

De manera convencional el número atómico se escribe en la parte inferior izquierda del símbolo químico del elemento, por ejemplo:



Como mencionamos anteriormente, el número atómico es igual al número de protones, por tanto, si el átomo es eléctricamente neutro, el número de protones debe ser igual al número de electrones.

$$\text{No. Atómico (Z)} = \text{No. de protones} = \text{No. de electrones}$$

$$Z = p^+ = e^-$$

## Número de masa

El número de masa es un número entero que corresponde a la suma de protones y neutrones y convencionalmente se representa con la letra **A**. Se escribe generalmente en la parte superior izquierda del símbolo químico del elemento.

$$\text{No. de masa (A)} = \text{No. de protones (p}^+\text{)} + \text{No. de neutrones (n}^0\text{)}$$

$$A = p^+ + n^0$$



Como la masa atómica de un elemento es siempre un número fraccionario, su número de masa será, el número entero más próximo a su masa atómica. Por ejemplo: Si el hierro (Fe) tiene una masa atómica de 55.85, su número de masa debe ser 56. ¿Cuál será el número de masa para el cinc (Zn), si éste tiene una masa atómica de 65.38? \_\_\_\_\_



**Actividad 2.8** Completa la siguiente tabla en forma individual o colaborativa, utilizando los datos que se proporcionan para cada elemento.

Elemento	Símbolo	Z	A	p <sup>+</sup>	n <sup>0</sup>	e <sup>-</sup>
Fósforo		15	31			
Cloro					18	17
Hierro			56	26		
Oro				79	118	
Plomo		82			125	
Plata				47	61	
Potasio		19	39			
Magnesio					12	12

### ¿A qué se le denomina núclido?

Un núclido es la representación del núcleo atómico de un elemento utilizando el símbolo químico de éste (el cual se representa con la letra "X"), el número atómico (Z); el número de masa (A), de la forma siguiente:



Utilizando los valores de A y Z del átomo de cloro, se puede obtener el número de electrones y neutrones que posee.

$$A=35$$

$$Z = 17$$



No. de protones = 17

No. de electrones = 17

No. de masa = 35

No. de neutrones = 35 - 17 = 18



**Actividad 2.9** Contesta en forma individual las siguientes preguntas de diagnóstico y después comparte tus ideas con tus compañeros.

1. El símbolo  ${}^{19}_9\text{X}$  se refiere a:

- El elemento neón
- Un isótopo de neón
- El elemento flúor
- Un isótopo de flúor

2. Los siguientes núclidos son isótopos.



¿Qué semejanzas y diferencias encuentras entre ellos?

Semejanzas	Diferencias

3. ¿Cómo definirías a un isótopo?

---



---

4. ¿Por qué átomos de un mismo elemento, tienen diferente masa?

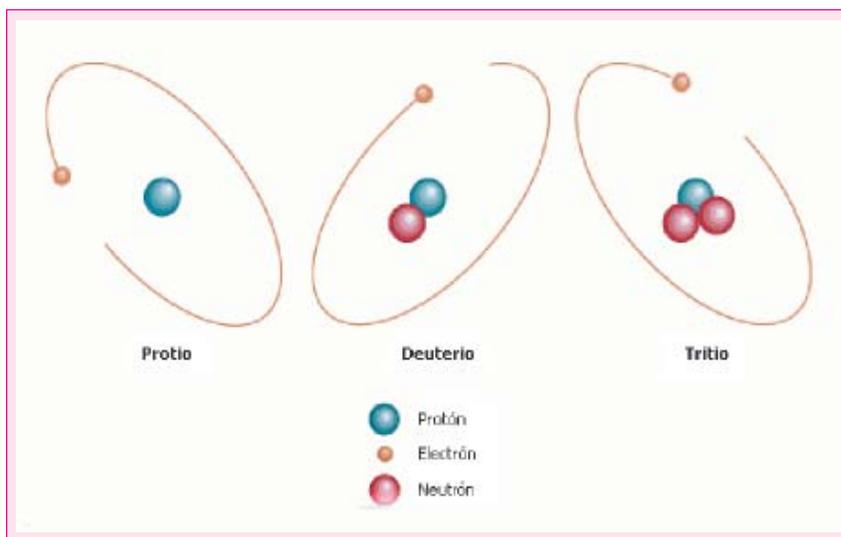
- Porque tienen diferente número de protones
- Porque tienen diferente número de electrones
- Porque tienen diferente número de neutrones

### 2.3.1 Los isótopos, aplicaciones e implicaciones: beneficios y riesgos

Los isótopos son átomos del mismo elemento que tienen el mismo número atómico pero diferente número de masa.

Los isótopos de un mismo elemento tienen las mismas propiedades químicas, pero son ligeramente diferentes en sus propiedades físicas, por ejemplo, los monóxidos de carbono-12 y carbono-13 reaccionan con el oxígeno para formar los dióxidos respectivos (propiedad química). Sin embargo, el monóxido formado por el C-12 tiene un punto de fusión de  $-199\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mientras que el formado por C-13 tiene un punto de fusión de  $-207\text{ }^{\circ}\text{C}$  (propiedad física).

La existencia de los isótopos es un fenómeno común, ya que la mayoría de los elementos existen como una mezcla de ellos. El hidrógeno tiene 3 isótopos: el protio, deuterio y tritio.



#### Isótopos del hidrógeno: protio, deuterio y tritio

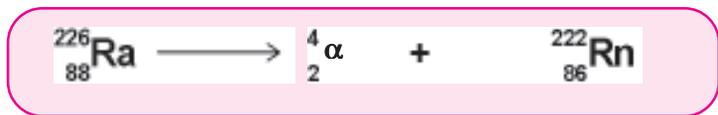
Un núcleo se considera estable si no se transforma en  $10^{21}$  años, pudiendo transformarse en otros núcleos bajo ciertas condiciones.

El berilio tiene un único isótopo estable. Casi todos los elementos tienen más de un isótopo estable, siendo el estaño (Sn) el que mayor número de ellos posee (10).

Los núcleos atómicos de una sustancia radiactiva no son estables y siempre se transforman espontáneamente en otros núcleos. Al proceso de emisión de energía o de partículas emitidas por un núcleo recibe el nombre de **desintegración radiactiva** o simplemente **radiactividad**. A las partículas o rayos emitidos se les da el nombre de **radiación**. Los isótopos que sufren desintegración radiactiva se llaman **radionúclidos o radioisótopos**. (Ver anexo 2).

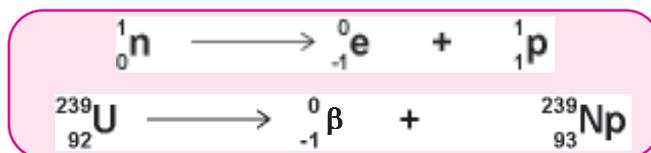
#### Emisión alfa

La emisión de partículas alfa ( $\alpha$ ) provoca una disminución de dos unidades en el número atómico y de cuatro unidades en el número de masa.



#### Emisión beta

La emisión de partículas beta ( $\beta$ ) provoca un aumento en el número atómico, mientras que el número de masa permanece igual. Esto se debe a que un neutrón se convierte en un protón y un electrón.



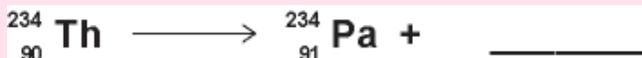


**Actividad 2.10** En forma individual o colaborativa escribe las reacciones que muestran una emisión alfa o beta en la desintegración de los siguientes núclidos.

a) Esta ecuación representa la emisión de una partícula alfa por el thorio-230, para formar radio-226.



b) Esta ecuación representa la emisión de una partícula beta por el thorio-234 para formar protactinio-234.



c) Completa la siguiente reacción nuclear e indica el tipo de emisión:



## El radón y sus implicaciones

Una costumbre mexicana consiste en ventilar todos los días, las habitaciones de la casa, costumbre que ayuda a eliminar el radón que pudiera quedar acumulado en los cuartos, cuando se filtra a través del piso. El radón es un gas contaminante sumamente peligroso para la salud, que proviene de la desintegración radiactiva del uranio-238. El radón en sí, no es peligroso para la salud humana, sino su producto de desintegración, el polonio-218, que puede provocar daños graves en el tejido pulmonar.



## El yodo-131

En la sierra sinaloense hasta hace algunos años era muy común la enfermedad del bocio entre sus habitantes, situación provocada por la deficiencia de yodo en sus alimentos. El término «buchón» se hizo común en Sinaloa, para denotar la presencia de esta enfermedad, aunque posteriormente cambió su propia connotación.

La glándula tiroides necesita cantidades pequeñas de yodo para producir las hormonas: T4 (tiroxina) y la T3, triyodotironina, que ayudan a regular la velocidad del metabolismo.

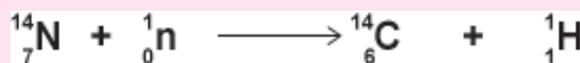
La deficiencia de yodo provoca que la glándula se agrande (hipertiroidismo) para aumentar su capacidad de extraer y procesar el yodo en alimentos.



El tratamiento de esta enfermedad puede ser la cirugía, los fármacos y el yodo radiactivo. El yodo-131 es un isótopo radiactivo muy específico, que actúa destruyendo sólo el tejido tiroideo, de modo tal, que provoca la disminución de la actividad de la tiroides, éste se administra por vía oral en disolución acuosa o pastillas, el paciente se recupera entre 8 y 12 semanas.

## El carbono-14 y el datado de objetos

El carbono está constituido principalmente por dos isótopos: carbono-12 y carbono-13, los cuales tienen abundancias de 98.9% y 1.1% respectivamente. Existen trazas de un tercer isótopo, el carbono-14. El carbono-14, se forma en la parte alta de la atmósfera por reacciones nucleares entre el nitrógeno y los neutrones de las radiaciones cósmicas.



Una vez formado se combina con el oxígeno para formar bióxido de carbono ( ${}^{14}\text{CO}_2$ ), el cual entra al ciclo del carbono y circula por la atmósfera y la biosfera.

La utilidad del carbono-14 para el datado de objetos, se debe a lo siguiente: Las plantas o los animales incorporan el  ${}^{14}\text{CO}_2$ , el cuál permanecerá constante mientras se encuentren vivos. Sin embargo, empezará a disminuir cuando mueran, debido a que dejan de captar carbono-14. Tomando en cuenta la disminución de la actividad del carbono-14 presente en el objeto a datar y conociendo el tiempo de vida media del carbono-14 se puede calcular aproximadamente la edad de un objeto. Esta técnica tiene su margen de error, no puede ser utilizada para datar un objeto que tenga menos de 100 o más de 40 000 años.

El carbono-14 emite partículas beta ( $\beta$ ) y tiene una vida media de 5730 años.

## Los isótopos: La quimioterapia y radioterapia

Todos estamos expuestos a pequeñas cantidades de radiación, esto es inevitable. La tierra es bombardeada de manera constante por partículas radiactivas provenientes del espacio exterior. También existe un cierto grado de exposición a elementos radiactivos de manera natural en la Tierra, incluyendo  ${}^{14}\text{C}$ ,  ${}^{40}\text{K}$ ,  ${}^{238}\text{U}$ ,  ${}^{232}\text{Th}$ . Sin embargo, las personas expuestas a rayos X, radioterapias o quimioterapias es mucho mayor en ellos el daño.

Los daños biológicos ocasionados por estas radiaciones se cuantifican por la unidad llamada **rem** (abreviatura de roentgen equivalent man) «equivalente roentgen en humanos»

### Efectos de una dosis única de radiación

En la radioterapia se usa con frecuencia una fuente de cobalto-60, que emite y concentra rayos gamma sobre el área afectada por el cáncer.

Dosis rem	Efecto
0-25	No se observa efecto
26-50	Pequeña disminución en Leucocitos
51-100	Disminución significativa de Leucocitos
101-200	Caída del cabello, náusea
200-500	Hemorragia, úlceras, muerte en el 50% de la población
>500	Muerte

Desafortunadamente al aplicar radiación en el tratamiento de la mayoría de los cánceres se daña tejido sano durante el proceso, no obstante, se sigue utilizando por su efectividad. En cuanto a la radiación, la preocupación principal se presenta con las mujeres embarazadas o lactantes, ya que los bebés y los fetos son más sensibles a los efectos de la radiación, debido a que sus órganos aún se están desarrollando.

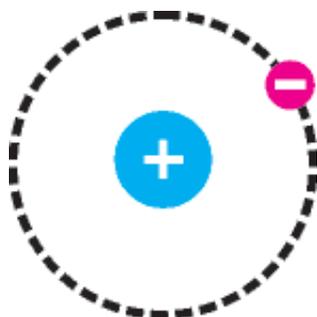


## 2.4. Modelo atómico de Bohr y la teoría cuántica de Max Planck

En 1913, el científico danés Niels Bohr basado en los descubrimientos de Rutherford y en la teoría cuántica de Max Planck, dio respuesta a las supuestas fallas del modelo de Rutherford, al proponer lo siguiente:

1. Que en efecto, el átomo tiene un núcleo central diminuto cargado positivamente.
2. Que los electrones no pueden estar distribuidos al azar, sino que giran alrededor del núcleo ocupando niveles discretos de energía (órbitas circulares).
3. Los electrones pueden alcanzar niveles de energía más altos por la absorción de cantidades fijas de energía (paquetes o cuantos de energía).
4. Los electrones que caen a niveles más bajos de energía, emiten cantidades fijas de energía (fotones o cuantos de luz).

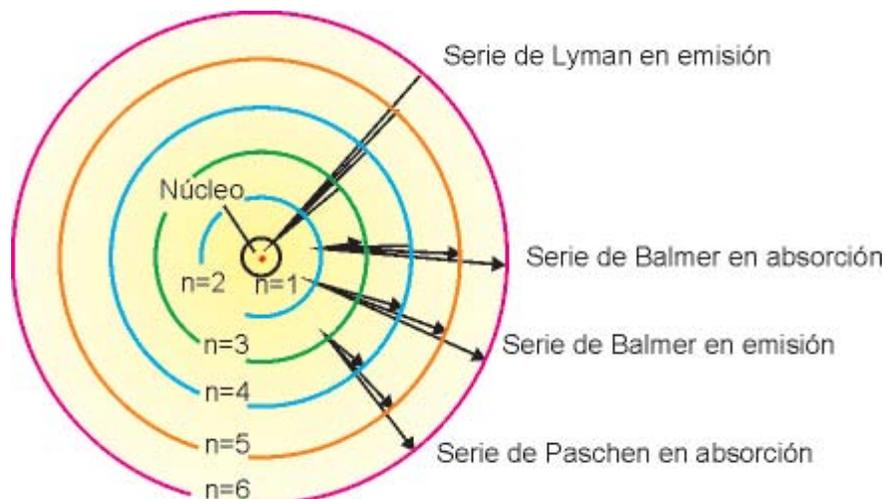
Con base en estos postulados y a los estudios de los fenómenos espectrales, Bohr logró proponer un modelo planetario para el átomo de hidrógeno.



Modelo atómico de Bohr para el átomo de hidrógeno.

### Los espectros de los elementos y el modelo de Bohr

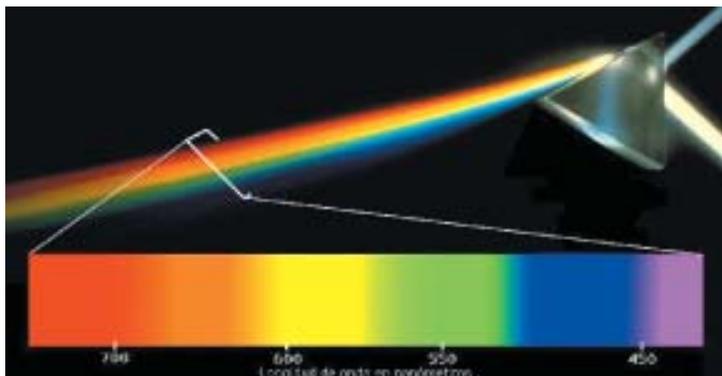
Bohr, planteó que cada elemento contenía líneas espectrales características que correspondían exactamente a las energías emitidas por los electrones, cuando pasaban de un nivel a otro, y que cada línea del espectro correspondía a la energía liberada o absorbida en estas transiciones.



## ¿Qué son las líneas espectrales?

A finales del siglo XIX, los físicos sabían que había electrones dentro de los átomos y que la vibración de los electrones producía luz y otras radiaciones electromagnéticas.

También sabían que cuando la luz solar pasa a través de un prisma, ésta se refracta separándose en todos sus colores (componentes).



### Espectro continuo de la luz

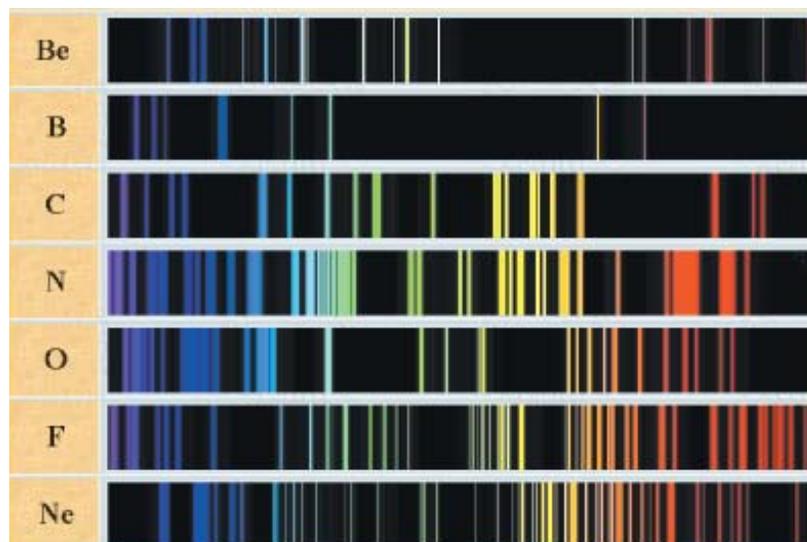
Pero, cuando los físicos calentaban diferentes elementos como el hidrógeno, el sodio, el hierro, etc., hasta que estaban radiantes, y dirigían la luz a través de un prisma, observaban que no aparecía el arco iris completo. En su lugar se obtenían líneas brillantes de ciertos colores denominadas **líneas espectrales de emisión**.

Además al analizar el espectro proveniente de la luz solar o de otra estrella apreciaron la presencia de «huecos» en el espectro, que supusieron que correspondían a las longitudes de onda absorbidas por los átomos encontrados en su paso. A este tipo de espectros se les denomina **espectros de absorción**.

### Espectros de absorción y emisión de un mismo elemento



### Espectros de emisión del berilio al neón



Los espectros atómicos fueron la clave que permitieron deducir la estructura electrónica de los átomos. Cada átomo es capaz de emitir o absorber radiación electromagnética, aunque solamente en algunas frecuencias que le son características. El conjunto de líneas espectrales son la «huella digital» de los átomos. A continuación se muestran los espectros de emisión de algunos elementos.

### 2.4.1 Niveles de energía

Cada uno de los niveles de energía corresponde según Bohr, a una posible órbita del electrón alrededor del núcleo. Bohr representó cada nivel de energía con números del 1 al 7, introduciendo con ello, el primer número cuántico  $n$ , el cual recibió el nombre de **número cuántico principal**.

Órbitas	$n$	distancia
	1	0,53 Å
	2	2,12 Å
	3	4,76 Å
	4	8,46 Å
	5	13,22 Å
	6	19,05 Å
	7	25,93 Å

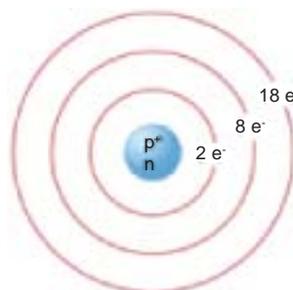
**¿Pero cuántos electrones podían estar en cada nivel?**

Bohr para intentar dar respuesta a esta interrogante, tuvo que hacer uso de una de las herramientas más importantes: La tabla periódica.

Esto le permitió llegar a la expresión  $2n^2$ , donde  $n$  representa a cada nivel de energía.

De acuerdo con esta expresión, en el primer nivel de energía sólo pueden distribuirse 2 electrones, en el segundo 8 y en el tercero 18.

Modelo de Bohr



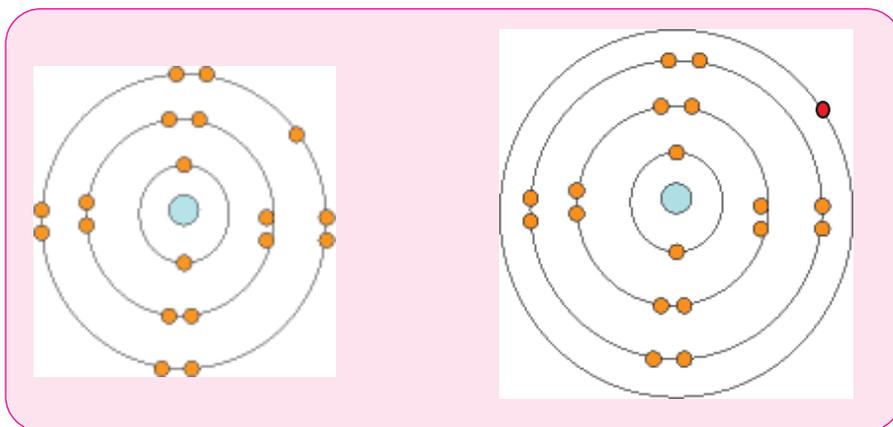
**Actividad 2.12** Determina el número de electrones posibles para cada nivel de energía.

Expresión Gral.	Nivel de energía	No. de electrones
$2n^2$	$2(1)^2$	2
	$2(2)^2$	8
	$2(3)^2$	18

Bohr al aplicar esta distribución electrónica a los elementos alcalinos, encontró que los dos primeros elementos terminaban su distribución con un electrón en el último nivel, pero en el caso del potasio con  $Z=19$ , al distribuir sus electrones quedaban 9 en el último nivel; dado que el tercer nivel puede tener un máximo de 18 electrones.

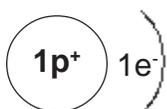
Este resultado no coincidía con los del litio y el sodio, a pesar de pertenecer a un mismo grupo y de tener propiedades semejantes, por lo que Bohr propuso, para este caso en particular, que el tercer nivel se llenaba parcialmente con 8 electrones. Esto permitió posteriormente establecer que la última órbita, capa o nivel de energía de un átomo, nunca debe exceder en 8 el número de electrones.

¿Cuál de los dos?



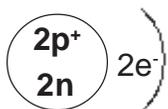
**Actividad 2.13** En forma individual o colaborativa utiliza el modelo de Bohr para distribuir los electrones en átomos con  $Z=1$  a  $Z=11$ .

Hidrógeno



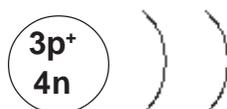
$Z=1$

Helio



$Z=2$

Litio



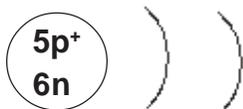
$Z=3$

Berilio



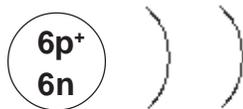
$Z=4$

Boro



$Z=5$

Carbono



$Z=6$

Nitrógeno



$Z=7$

Oxígeno



$Z=8$

Flúor



$Z=9$

Neón



$Z=10$

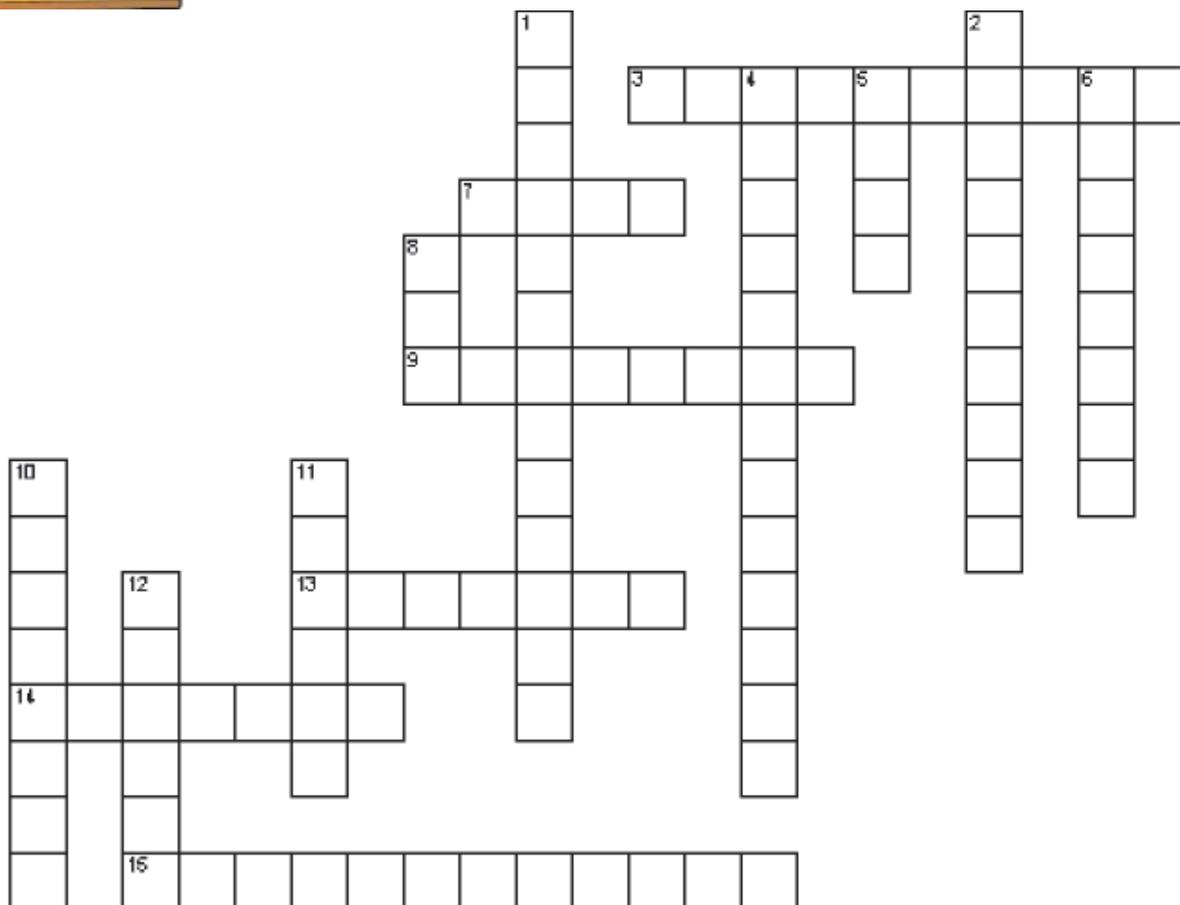
Sodio



$Z=11$



**Actividad 2.14** En forma individual o colaborativa completa el siguiente crucigrama.



### Horizontales

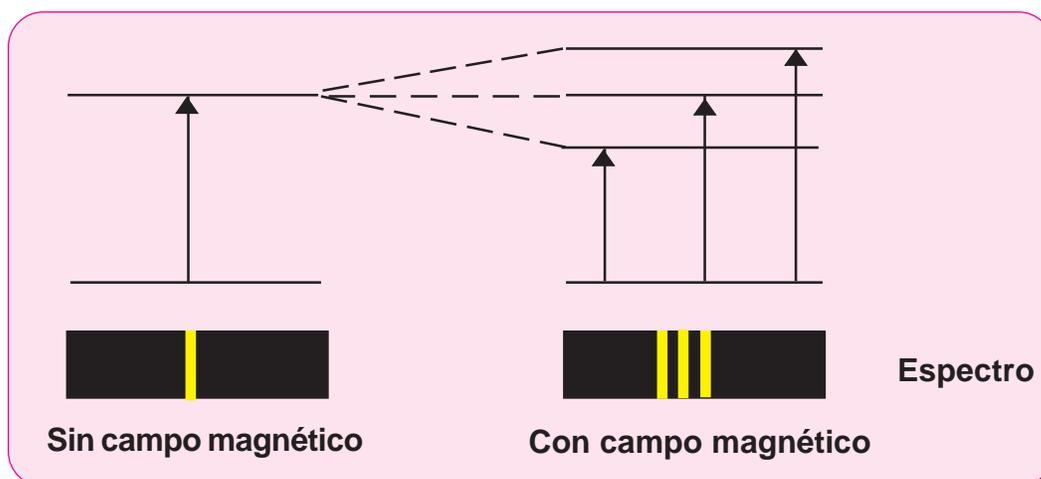
3. En 1898 descubrió dos nuevos elementos, el radio y el polonio
7. Partícula negativa que se produce en la desintegración de un neutrón
9. Descubridor del neutrón en 1932
13. Primer filósofo en proponer la existencia de los átomos
14. Se le considera el descubridor del electrón
15. Número entero que resulta de la suma de protones y neutrones

### Verticales

1. Número que indica la cantidad de protones en el núcleo
2. En 1911 con el experimento de la laminilla de oro, descubrió el núcleo atómico
4. En 1896 se descubrió este fenómeno
5. Son partículas positivas constituidas por núcleos de helio
6. Átomos del mismo número atómico pero diferente número de masa
8. Son las iniciales del nombre y apellidos del «padre de la televisión mexicana»
10. Descubrió en 1895 los rayos X
11. Hizo renacer la teoría atomista en el siglo XIX
12. Partícula nuclear con carga positiva

## Modelo de Bohr-Sommerfeld

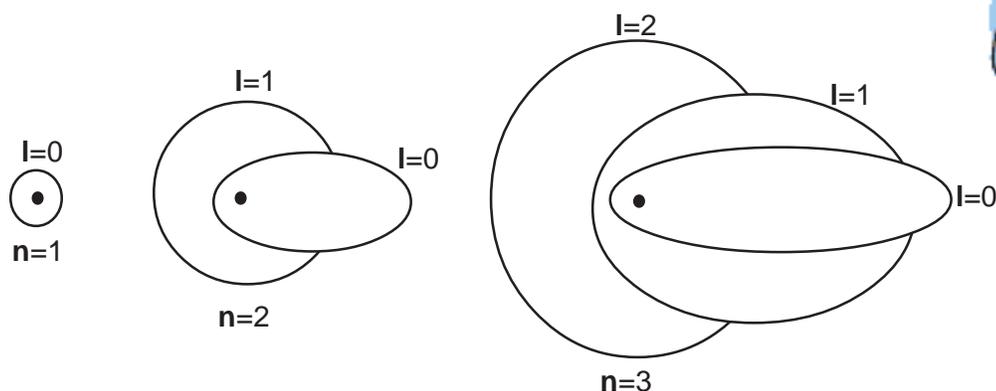
El modelo de Bohr tuvo validez sólo para aquellos átomos que tienen un solo electrón, ya que no podía explicar el comportamiento de los átomos con mayor número de electrones, dado que los espectros para tales átomos se volvían más complejos. Pudo explicar las líneas gruesas del espectro del átomo de hidrógeno, pero cuando éstas fueron sometidas a un campo magnético se descubrió que se separaban en líneas más finas (Efecto Zeeman), esto no pudo ser explicado por Bohr.



Pieter Zeeman, físico holandés, descubrió que al someter a un fuerte campo magnético las líneas normales del espectro de hidrógeno, éstas se desdoblaron en líneas más finas, muy próximas entre sí. A este fenómeno se le denominó efecto Zeeman.

La respuesta llegó en 1916 con Arnold Sommerfeld, al proponer que los electrones además de girar en órbitas circulares, también podían girar en órbitas elípticas. Para explicar lo anterior, Sommerfeld propuso la existencia de niveles y subniveles de energía dentro del átomo y con ello, la propuesta de un nuevo número cuántico que determinaba un número mayor de órbitas por donde podía girar el electrón.

$l$  número cuántico secundario



Modelo atómico de Bohr Sommerfeld

## 2.5 Modelo mecano cuántico

El modelo de la mecánica cuántica ondulatoria es una obra colectiva en la que destacan cuatro teorías.

1. Teoría cuántica de Max Planck
2. Teoría dualista de Louis De Broglie
3. Principio de incertidumbre de Heisenberg
4. Ecuación de onda de Erwin Schrödinger

### 1. Teoría cuántica de Max Planck

En 1900, el físico alemán Max Planck, planteó una teoría para interpretar cómo los cuerpos absorben y emiten energía. Supuso que cuando se calienta un cuerpo, sus átomos vibran, dando lugar a radiaciones electromagnéticas y que éstas estaban cuantizadas, es decir que sólo se permiten ciertas vibraciones.

En otras palabras Planck estaba planteando que la energía no se emite o absorbe de manera continua, sino que ésta al igual que la materia es de naturaleza discontinua. Para Planck, el valor de esta energía debía ser un múltiplo del «cuanto», del latín *quantum*, o pequeña cantidad, conocido también como «paquete de energía».



### 2. Teoría dualista de Louis De Broglie

En 1924, el físico francés Louis De Broglie, sugirió que la dualidad de la luz no es única. En sus estudios teóricos sobre la estructura atómica, concluyó que el dualismo puede ser un principio general. Fue capaz de demostrar que cualquier partícula material se podía tratar como si fuera de naturaleza ondulatoria. De Broglie comprobó experimentalmente que los electrones tenían un carácter dualístico: eran **partículas-onda**.

En 1927 la naturaleza ondulatoria de los electrones fue demostrada experimentalmente por C. J. Davisson y L. H. Germer. Los anillos de difracción que mostraban los electrones sólo podían ser explicados en función de su naturaleza ondulatoria.



### 3. Principio de incertidumbre de Heisenberg

Cuando un fotón de alta energía choca contra algún electrón en movimiento de un átomo, la energía del electrón se altera. Este principio fundamental básico de la teoría atómica moderna, muestra la inherente **incertidumbre** que hay en las mediciones de los sistemas atómicos. Este principio fue enunciado en 1926, por el físico alemán Werner Heisenberg, que lo expresó como sigue:

*«Es imposible conocer simultáneamente, con exactitud perfecta, los dos factores importantes que gobiernan el movimiento de un electrón: su posición y su velocidad.»*

*«Si determinamos experimentalmente su posición exacta en cierto momento, su movimiento es perturbado en tal grado, por el mismo experimento que no será posible encontrarlo. Inversamente, al medir con exactitud la velocidad de un electrón, la imagen de su posición queda completamente borrosa.»*

El modelo atómico de Niels Bohr plantea que el electrón sólo gira en órbitas o niveles de energía bien definidos, por tanto, se puede determinar con precisión la posición del electrón con respecto al núcleo, lo cual entra en contradicción con el principio de incertidumbre.

El principio de incertidumbre plantea lo contrario: no es posible determinar con exactitud perfecta y al mismo tiempo, la posición y la velocidad del electrón. Por tanto, se debe hablar de probabilidades.

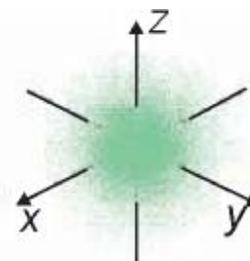
Este principio fundamental de la teoría atómica moderna, muestra la inherente incertidumbre que hay en las mediciones de los sistemas atómicos.

#### 4. Ecuación de onda de Erwin Schrödinger

A principios de 1926, el físico austríaco Erwin Schrödinger desarrolló una ecuación que toma en cuenta el comportamiento ondulatorio del electrón, así como el principio de incertidumbre, el cual sugiere la imposibilidad de conocer con exactitud la posición y el movimiento de un electrón y para ello, plantea la *probabilidad* de que el electrón se encuentre en cierta región del espacio en un instante dado.

En esta teoría, los electrones se describen por ciertas funciones matemáticas o *funciones de onda* ( $\psi$ ).

Esta ecuación sitúa al electrón en un espacio tridimensional en el plano cartesiano espacial, a esa región se le denomina **orbital** y se define como la zona o región del espacio atómico donde existe mayor probabilidad de localizar un electrón determinado. De esta forma el **orbital** se convierte en una nube difusa alrededor del núcleo.



En este nivel no preocupa el tratamiento matemático de la ecuación de onda, pero es importante conocer sus implicaciones para poder comprender el nuevo modelo atómico.

$$\frac{h^2}{8\pi^2m} \left\{ \frac{\delta^2\psi}{\delta x^2} + \frac{\delta^2\psi}{\delta y^2} + \frac{\delta^2\psi}{\delta z^2} \right\} = E\psi$$

Al resolver la ecuación de Schrödinger, para un electrón en un espacio tridimensional, se emplean tres números cuánticos ( $n, l, m$ ), estos números sólo pueden tener ciertas combinaciones de valores.

#### Números cuánticos

Los números cuánticos, son valores numéricos enteros que permiten identificar al electrón y situarlo dentro del átomo. Son cuatro los números cuánticos:  $n, l, m$  y  $s$ .

**El número cuántico principal:  $n = 1, 2, 3, 4...$**

El número cuántico principal  $n$ , determina la energía del electrón, un aumento en  $n$  significa un aumento de energía. El valor de  $n$  es también una medida del tamaño del orbital. Puede tener cualquier valor entero desde 1 hasta el infinito. Este número cuántico sitúa al electrón en un determinado nivel de energía.

### El número cuántico secundario: $\ell = 0, 1, 2, 3, \dots, n - 1$

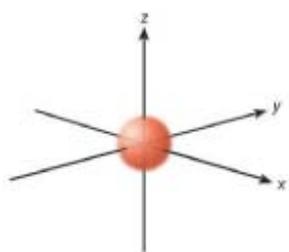
El número cuántico secundario se relaciona con la forma del orbital y además permite situar al electrón en un determinado **subnivel de energía**.

Los valores de  $\ell$  (ele) dependen de  $n$  y pueden ser:  $\ell = 0, 1, 2, 3 \dots$  hasta  $n-1$ . Cada valor de  $\ell$  corresponde a un tipo de subnivel y forma del orbital.

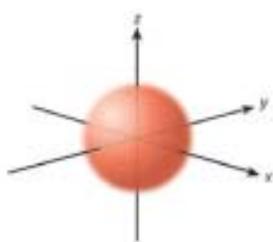
Valor de $n$	Valor de $\ell$	Tipo de subnivel	Número de orbitales	Número de electrones
$n=1$	$\ell = 0$	1s	1	2
$n=2$	$\ell = 0$	2s	1	2
	$\ell = 1$	2p	3	6
$n=3$	$\ell = 0$	3s	1	2
	$\ell = 1$	3p	3	6
	$\ell = 2$	3d	5	10
$n=4$	$\ell = 0$	4s	1	2
	$\ell = 1$	4p	3	6
	$\ell = 2$	4d	5	10
	$\ell = 3$	4f	7	14

### 2.5.1 Subniveles de energía y orbitales atómicos

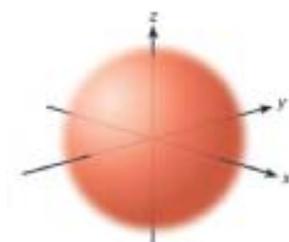
#### Orbitales atómicos s



Orbital 1s

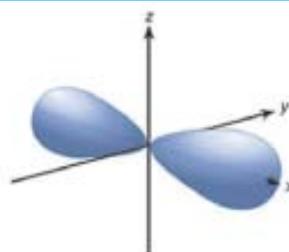


Orbital 2s

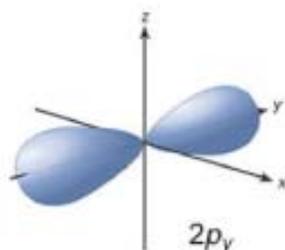


Orbital 3s

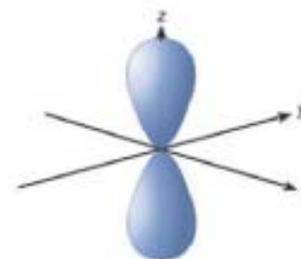
#### Orbitales atómicos p



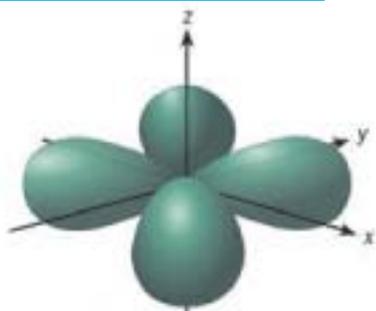
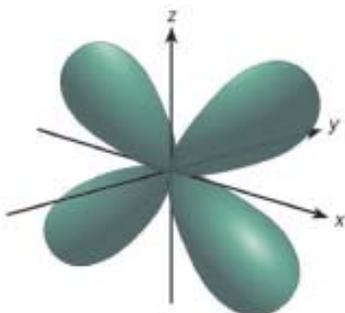
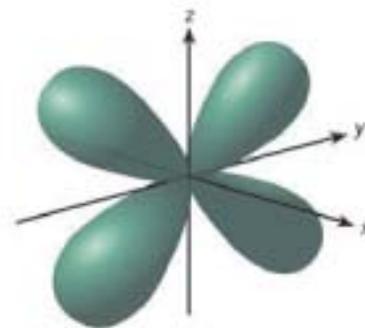
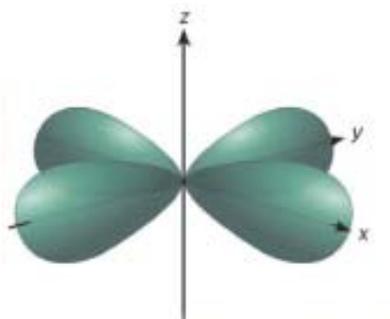
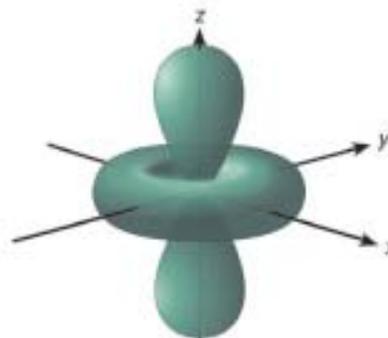
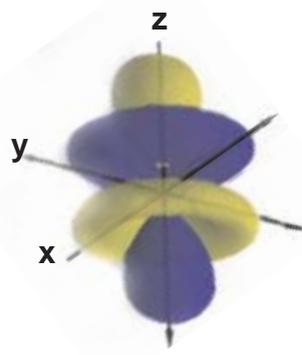
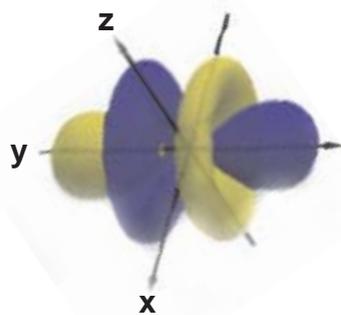
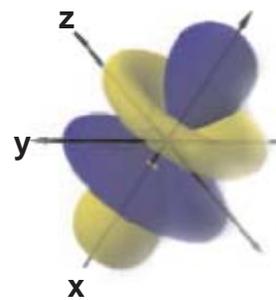
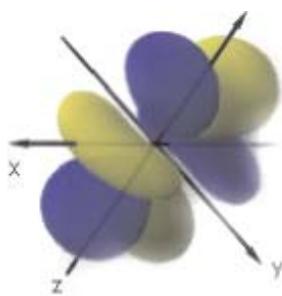
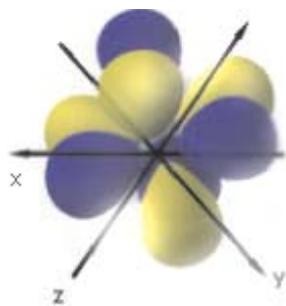
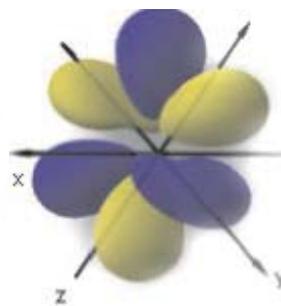
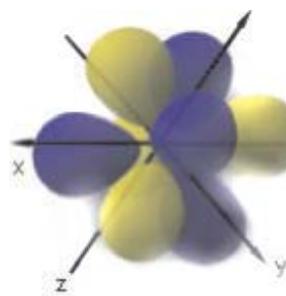
Orbital 2px



Orbital 2py



Orbital 2pz

Orbitales atómicos *d* $d_{xy}$  ( $d_1$ ) $d_{xz}$  ( $d_2$ ) $d_{yz}$  ( $d_3$ ) $d_{x^2-y^2}$  ( $d_4$ ) $d_{z^2}$  ( $d_5$ )Orbitales atómicos *f* $f_1$  $f_2$  $f_3$  $f_4$  $f_5$  $f_6$  $f_7$

¿Sabías qué... los símbolos que se utilizan para los subniveles de energía, están relacionados con la terminología que se utilizó para clasificar las líneas espectrales, en los primeros estudios espectroscópicos de los elementos químicos? Estos grupos de líneas se denominaron: **sharp** (líneas nítidas pero de poca intensidad), **diffuse** (líneas difusas), **principal** (líneas intensas), **fundamental** (líneas frecuentes en muchos espectros). De estos nombres provienen las letras que ahora se aplican a los subniveles y orbitales

### El número cuántico magnético: $m = -\ell, 0, +\ell$

El número cuántico  $m$  se relaciona con la orientación de los orbitales dentro de un subnivel. Los orbitales de un mismo subnivel difieren por su orientación en el espacio y no por su energía.

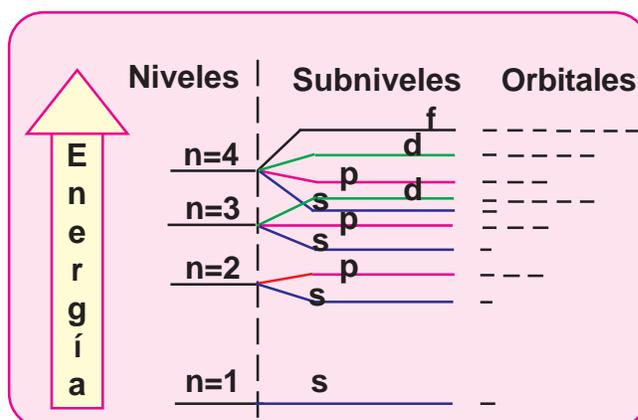
Los valores de  $m$  dependen del valor de  $\ell$ , los cuales pueden iniciar desde  $-\ell$  hasta  $+\ell$ , incluyendo al cero.

El número de valores de  $m$  para un subnivel dado, especifica el número de orientaciones que pueden tener los orbitales de ese subnivel y por tanto el número de orbitales en ese subnivel.

Valor de $n$	Valor de $\ell$	Valor de $m$	Tipo de subnivel	Número de orbitales
$n=1$	$\ell=0$	$m=0$	1s	1
$n=2$	$\ell=0$	$m=0$	2s	1
	$\ell=1$	$m=-1, 0, +1$	2px, 2py, 2pz	3
$n=3$	$\ell=0$	$m=0$	3s	1
	$\ell=1$	$m=-1, 0, +1$	3px, 3py, 3pz	3
	$\ell=2$	$m=-2, -1, 0, +1, +2$	3d <sub>1</sub> , 3d <sub>2</sub> , 3d <sub>3</sub> , 3d <sub>4</sub> , 3d <sub>5</sub>	5
$n=4$	$\ell=0$	$m=0$	4s	1
	$\ell=1$	$m=-1, 0, +1$	4px, 4py, 4pz	3
	$\ell=2$	$m=-2, -1, 0, +1, +2$	4d <sub>1</sub> , 4d <sub>2</sub> , 4d <sub>3</sub> , 4d <sub>4</sub> , 4d <sub>5</sub>	5
	$\ell=3$	$m=-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$	4f <sub>1</sub> , 4f <sub>2</sub> , 4f <sub>3</sub> , 4f <sub>4</sub> , 4f <sub>5</sub> , 4f <sub>6</sub> , 4f <sub>7</sub>	7

El número total de orbitales que hay en un nivel de energía es igual a  $n^2$ , donde  $n$  es el número cuántico principal. De esta manera los niveles 1, 2, 3 y 4 contienen 1, 4, 9 y 16 orbitales, respectivamente.

Diagrama de niveles energéticos que muestra la distribución de orbitales para cada subnivel.





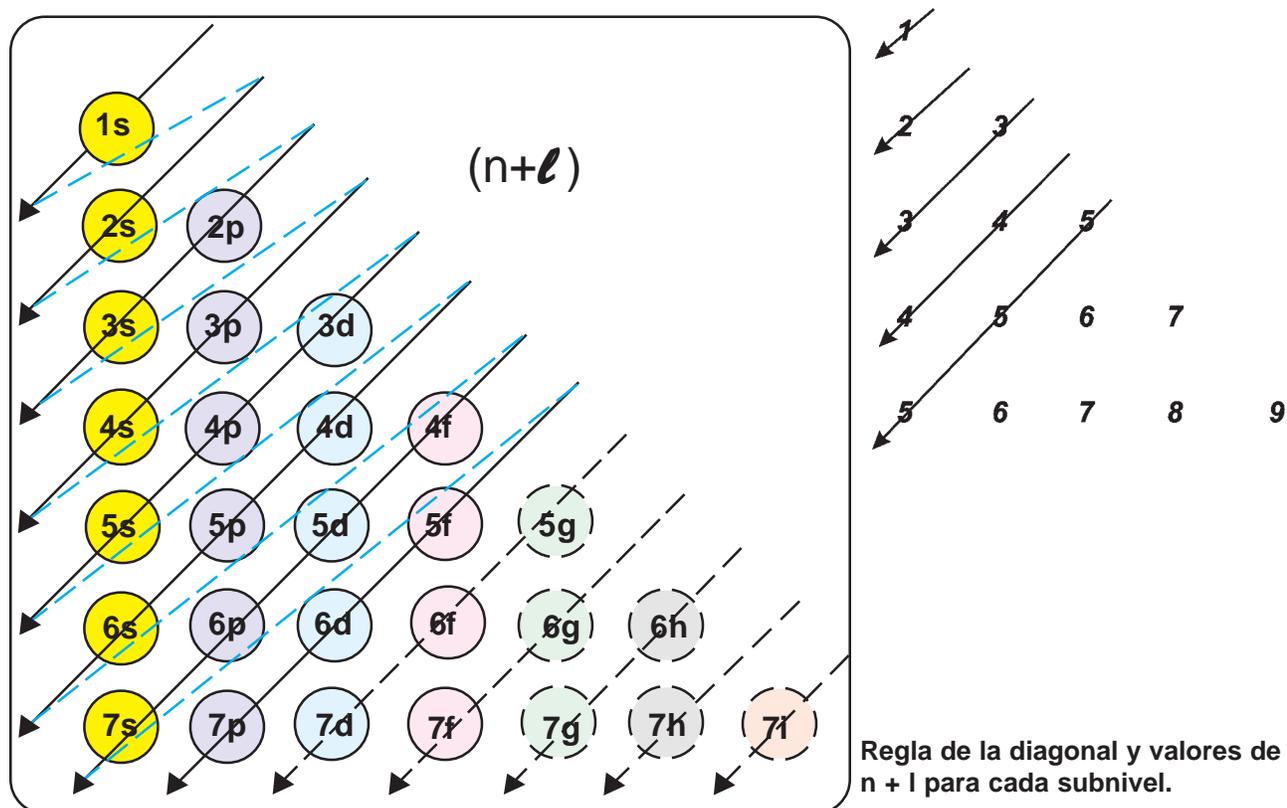


## 2. Regla de Aufbau o principio de construcción.

Esta regla establece que en un átomo polielectrónico, los electrones se distribuyen ocupando los orbitales de los subniveles, en orden creciente de energía. El orden de llenado de los subniveles se obtiene a partir de la suma  $(n+l)$ . Cuando dos subniveles tengan el mismo valor de  $(n+l)$  se llena primero el de menor valor de  $n$ .

Una forma bastante práctica para ilustrar este principio, es mediante la aplicación de la **regla de la diagonal** propuesta por el mexicano **Jaime Keller Torres**.

En el diagrama, la punta de la flecha indica el orden que se debe seguir para el llenado de los subniveles. Los subniveles que se ubican en la misma diagonal tienen el mismo valor energético  $(n+l)$ . Toda diagonal termina en un subnivel **s**. Obsérvese que cuando varios subniveles tienen el mismo contenido energético (se ubican en la misma diagonal), siempre se llena el subnivel con menor número cuántico principal.



La secuencia energética de los subniveles que resulta de la aplicación de la regla de la diagonal es la siguiente:

1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s 4f 5d 6p 7s ...

## Conozca más...de nuestros científicos mexicanos

### Jaime Keller Torres

En 1956, Jaime Keller Torres era aún estudiante de la antigua Escuela Nacional de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ese año publicó su primer trabajo de investigación con el título: *Configuración electrónica de los átomos*, cuyo contenido estaba enfocado a los principios conceptuales, así como en los aspectos didácticos para la enseñanza de este apasionante tema. Esta publicación, dio lugar al uso de lo que hoy conocemos como la «**Regla de la Diagonal**» en la enseñanza de la distribución electrónica de los átomos. Tenía entonces 19 años cuando se convirtió en fundador y miembro de la actual Sociedad Química de México.

Jaime Keller Torres se tituló de ingeniero químico el 5 de septiembre de 1959, habiendo estudiado también la carrera de física en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Ya titulado, presentó sus exámenes de oposición y se convirtió en profesor de asignatura de tiempo completo definitivo en el área de física.

En 1972, cuando regresó de Bristol, Inglaterra, con el grado de doctor en física, se incorporó a la Facultad de Química como profesor de carrera de tiempo completo en el posgrado y comenzó a dirigir tesis de maestría y doctorado en las áreas de química teórica, física atómica, molecular y de estado sólido, métodos matemáticos de la física, métodos computacionales de la física y física fundamental.

Como profesional de la industria trabajó, entre 1958 y 1969, en Industrial Química Pennsalt, S.A., Derivados Macroquímicos, S.A., Quinolinas Industriales, S.A., Cafeína de México, S.A. y Recuperadora y Transformadora de Metales, S.A. Desde el principio de sus actividades docentes consideró que el binomio docencia-investigación era fundamental y, de hecho, sus primeras publicaciones en 1956, fueron resultado de su inquietud por la docencia. Sus publicaciones más recientes en el área de contribuciones fundamentales a la física y química teóricas, tienen también un carácter didáctico.

Como docente y como investigador ha sido prolífico, pero muy importante también ha sido su labor como formador de cuadros académicos y directivos. El doctor Jaime Keller Torres ha sabido imprimir en sus alumnos y colegas características, no solamente científicas, sino también de organización y administración.



### 3. Regla de Hund

La regla de Hund establece que el ordenamiento más estable de electrones, en los subniveles *p*, *d* o *f*, es aquel donde está el número máximo de electrones desapareados, todos ellos con el espín en el mismo sentido.

En otras palabras, mientras no exista un electrón en cada uno de los orbitales de un mismo subnivel *p*, *d* o *f*, no se aparearán los electrones.

También se puede enunciar: “en orbitales del mismo subnivel que tengan el mismo valor de *n* y *l*, no puede existir apareamiento electrónico, hasta que exista por lo menos un electrón en cada orbital, con el espín en la misma orientación o sentido.”

## 2.6 Configuraciones electrónicas

A la forma en cómo se distribuyen los electrones en los distintos niveles, subniveles y orbitales de un átomo, en su estado basal, se denomina **configuración electrónica**.

Existen diferentes formas de expresar una configuración electrónica:

### 1. En forma exponencial conocida también como notación *spdf*

En este tipo de configuración los electrones se representan mediante exponentes numéricos. Por ejemplo: La configuración del hidrógeno, es  $1s^1$ , lo cual se lee «uno ese uno». La configuración del helio, es  $1s^2$ , lo cual se lee «uno ese dos». La configuración del litio, es  $1s^2 2s^1$ , lo cual se lee «uno ese dos, dos ese uno».

### 2. En forma gráfica o vectorial conocida también como diagrama de cajas de orbitales

Este tipo de configuración nos permite indicar el número de electrones en cada orbital y el sentido de los espines de cada uno de ellos, por medio de flechas  $\uparrow\downarrow$ . Veamos algunos ejemplos:

En el caso del hidrógeno ( $Z=1$ ), se acomoda su único electrón en el orbital **1s**. En la configuración electrónica del helio, se ubican sus dos electrones en el **orbital 1s** con espines opuestos.

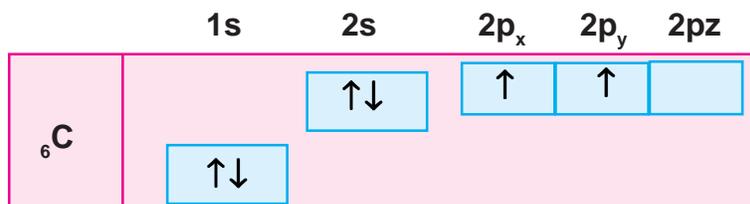
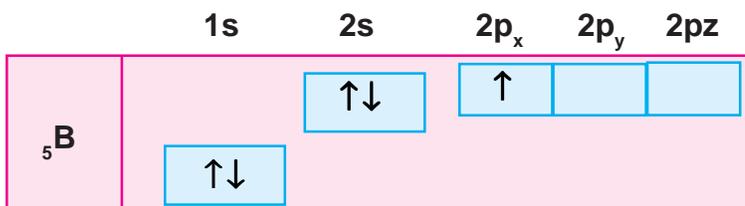
	1s
${}_1\text{H}$	$\uparrow$
${}_2\text{He}$	$\uparrow\downarrow$

	1s	2s
${}_3\text{Li}$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$
${}_4\text{Be}$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$

En el litio ( $Z=3$ ), los dos primeros electrones saturan el orbital **1s**, y el tercer electrón se coloca en el orbital **2s**. Con el berilio ( $Z=4$ ), se satura el orbital **2s** al ubicarse el cuarto y último electrón con espín opuesto.

**¿Sabías qué...** al último electrón que se acomoda en la configuración electrónica de un átomo, siguiendo las reglas de distribución electrónica, se le denomina *electrón diferencial*? Porque marca la diferencia entre un átomo de un elemento y otro diferente.

En la configuración electrónica del boro ( $Z = 5$ ), los orbitales  $1s$  y  $2s$  se saturan con un par de electrones en cada orbital, y su electrón diferencial se ubica en el orbital  $2p_x$ .



En el átomo de carbono ( $Z = 6$ ), cuatro electrones saturan los orbitales  $1s$  y  $2s$ , los dos restantes se distribuyen, uno en el orbital  $2p_x$  y el otro en el orbital  $2p_y$ .

¿Sabías qué... a los orbitales que pertenecen a un mismo subnivel se les denomina **orbitales degenerados**? Su nombre pudiera llevarnos a pensar otra cosa, sin embargo, se les llama así, porque tienen energías equivalentes, ejemplo de ello, son los orbitales **p, d** y **f**.

### 3. Configuración tipo kernel

Este tipo de notación nos permite escribir en forma abreviada una configuración electrónica, que de otra forma sería más extensa.

El término **kernel** fue introducido por Lewis y Langmuir, para designar la parte interna del átomo, que quedaría si la separamos de la capa externa de electrones. El **kernel** de cualquier átomo se representa con el símbolo químico y número atómico del gas noble correspondiente, entre corchetes, cuyo número de electrones sea inmediato inferior al del átomo que se desea representar.

Así, la configuración tipo kernel del átomo de cloro, <sup>17</sup>Cl es:  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$

Otros ejemplos: <sup>11</sup>Na;  $[\text{Ne}] 3s^1$

<sup>26</sup>Fe;  $[\text{Ar}] 4s^2 3d^6$

<sup>35</sup>Br;  $[\text{Ar}] 4s^2 3d^{10} 3p^5$

$[\text{He}]$

$[\text{Ne}]$

$[\text{Ar}]$

$[\text{Kr}]$

$[\text{Xe}]$

$[\text{Rn}]$



**Actividad 2.16** Usando la notación exponencial, vectorial y tipo kernel construya la configuración electrónica del fósforo.

Notación exponencial: \_\_\_\_\_

Notación vectorial: \_\_\_\_\_

Notación tipo kernel: \_\_\_\_\_



**Actividad 2.17** Determina la configuración electrónica del nitrógeno, oxígeno y flúor e indica los valores de sus números cuánticos del electrón diferencial.

Elemento	Configuración electrónica en forma exponencial	Configuración electrónica en forma vectorial	Valores de los n. cuánticos			
			n	l	m	s
${}_{7}\text{N}$	$1s^2 2s^2 2p^3$	$1s$ $2s$ $2p_x$ $2p_y$ $2p_z$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$	2	1	+1	+1/2
${}_{8}\text{O}$						
${}_{9}\text{F}$						



**Actividad 2.18** Indica las configuraciones electrónicas en forma exponencial de los átomos con  $Z=11$  hasta  $Z=25$ .

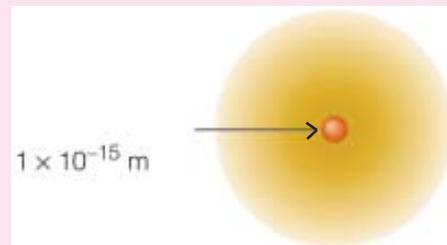
Elemento	1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s
${}_{11}\text{Na}$							
${}_{12}\text{Mg}$							
${}_{13}\text{Al}$							
${}_{14}\text{Si}$							
${}_{15}\text{P}$							
${}_{16}\text{S}$							
${}_{17}\text{Cl}$							
${}_{18}\text{Ar}$							
${}_{19}\text{K}$							
${}_{20}\text{Ca}$							
${}_{21}\text{Sc}$							
${}_{22}\text{Ti}$							
${}_{23}\text{V}$							
${}_{24}\text{Cr}$							
${}_{25}\text{Mn}$							

## Conozca más...

### ¿Podemos ver a los átomos?

El ojo humano no es capaz de visualizar a un átomo, porque son demasiados pequeños. Pero sí puede ver un conjunto de cuatrillones de átomos.

El tamaño del núcleo de un átomo es aproximadamente



Esto representa la cienmilésima parte del diámetro de un átomo.

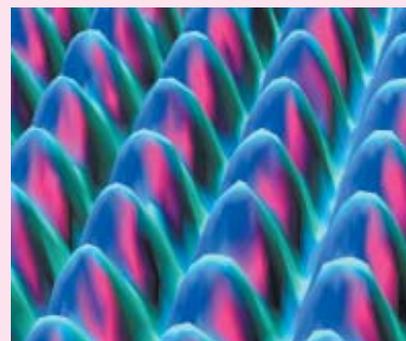
Balón de fútbol



Buscando una analogía con el mundo macroscópico, diríamos que si un estadio de fútbol representa al átomo, el núcleo estaría representado por el balón.

En 1970, Albert Crewe de la Universidad de Chicago anunció que había obtenido con el microscopio electrónico las primeras imágenes fotográficas de átomos individuales de uranio y thorio. Para mediados de los 80, ya se obtenían imágenes de átomos de la superficie de ciertos materiales mediante el microscopio de barrido de efecto túnel (STM, por sus siglas en inglés: Scanning Tunneling Microscope).

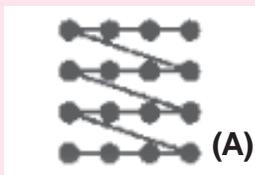
Átomos de níquel (imágenes obtenidas con microscopio de barrido de efecto túnel)



### ¿Cómo se pueden captar las imágenes de los átomos con un microscopio de barrido de efecto túnel?

El instrumento detecta y delinea por medio de una sonda las «protuberancias» que los átomos forman en la superficie de los materiales, en la forma siguiente:

1. Una punta va haciendo el barrido de la superficie a una distancia de unos cuantos diámetros atómicos. El barrido se hace punto por punto y línea por línea. En cada punto se mide el efecto túnel entre la punta de barrido y la superficie. El efecto túnel disminuye exponencialmente al aumentar la distancia. La punta de barrido se ajusta de acuerdo a estas variaciones (A).
2. La cantidad de ajustes se registra y se puede desplegar como una imagen en escala de grises (B).



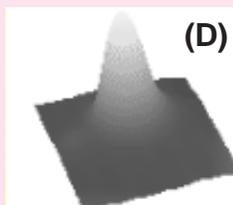
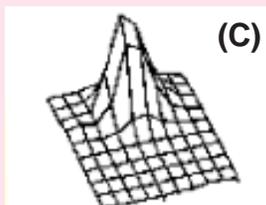
(A)



(B)

3. En lugar de asignar los valores a un color se puede hacer una representación en tres dimensiones (C).

4. Y se puede regresar otra vez a la escala de grises (D)

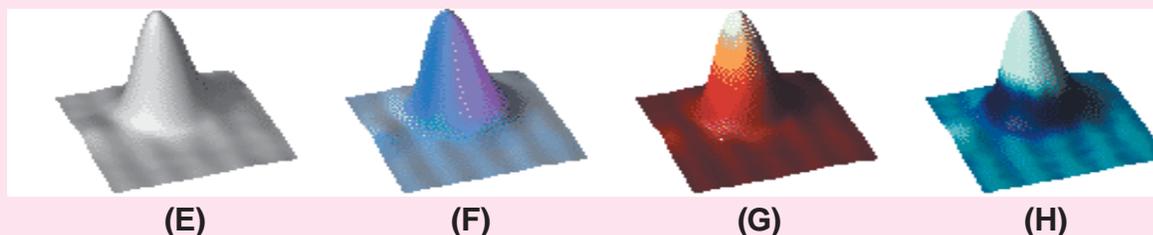


5. Se pinta de gris la superficie completa de manera uniforme, y se ajusta la luz y el sombreado para dar apariencia tridimensional (E).

6. Se pueden usar diferentes luces, a diferentes posiciones, con diferentes colores (F).

7. En vez de usar sólo el gris, se puede utilizar una paleta de color y pintarla de acuerdo a la altura (G).

8. También se puede escoger el color de acuerdo a otra propiedad de la superficie, por ejemplo, la curvatura (H).

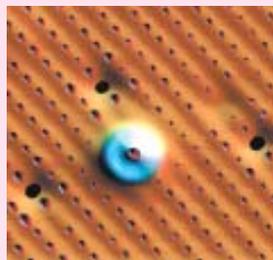


Con esta información te puedes dar una idea de cómo se pueden captar las imágenes de los átomos, al usar el microscopio de barrido de efecto túnel que con ayuda de las computadoras y los programas de software, se logra obtener una imagen. Sin embargo, las imágenes obtenidas no son iguales a las que imaginamos en el mundo macroscópico.

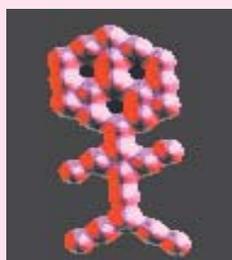
Veamos algunas imágenes captadas con este instrumento:



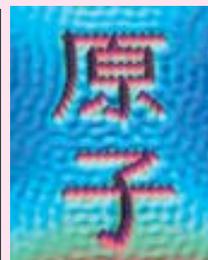
Átomos de platino



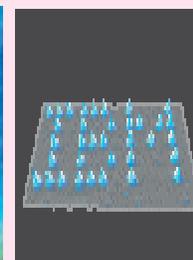
Átomos de níquel con un átomo de xenón.



Moléculas de monóxido de carbono sobre superficie de platino.



Átomos de hierro sobre superficie de cobre.



Átomos de xenón sobre superficie de níquel.



**Actividad 2.19** Escriba en los espacios de la siguiente figura, el nombre del investigador que propuso cada modelo atómico y relaciona a cada uno de ellos con su respectivo nombre.

\_\_\_\_\_ (1803) ( )

\_\_\_\_\_ (1904) ( )

\_\_\_\_\_ (1911) ( )

\_\_\_\_\_ (1913) ( )

\_\_\_\_\_ (1926) ( )

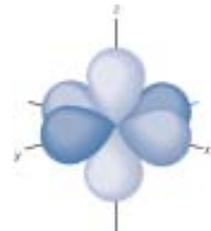
- a. Modelo de capas; órbitas circulares o niveles de energía
- b. Modelo del budín con pasas
- c. Modelo del átomo compacto
- d. Modelo mecano cuántico; de orbitales o nubes electrónicas
- e. Modelo del átomo nuclear



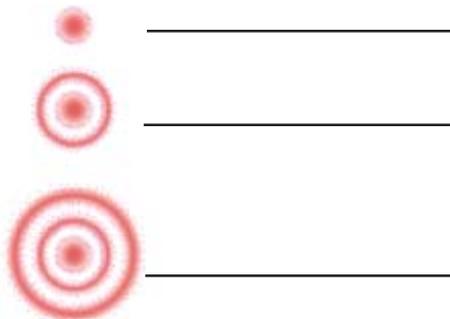
**Actividad 2.20** Contesta las siguientes preguntas en forma individual o colaborativa.

1. ¿A qué tipo de subnivel pertenecen los orbitales de la siguiente figura?

\_\_\_\_\_



2. Si los orbitales tipo «s» tienen forma esférica, ¿a qué subniveles pertenecen los orbitales de la siguiente figura?



3. Cuando en Europa John Dalton proponía una teoría atómica y en consecuencia un modelo de átomo, ¿qué sucedía en el México de esa época?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Cuando en Europa J.J.Thomson proponía un nuevo modelo de átomo, ¿qué sucedía en el México de esa época?

---

---

---

5. Cuando en Europa Ernest Rutherford proponía el modelo del átomo nuclear, en ese mismo año, ¿qué acontecimientos cambiaban el rumbo de México?

---

---

---

6. El principio de incertidumbre de Heisemberg establece que:

- a) Los electrones de los átomos en sus estados basales al acomodarse en orbitales equivalentes se aparean, sólo si cada uno de los orbitales posee un electrón desapareado.
- b) Dos electrones no pueden tener el mismo conjunto de números cuánticos.
- c) Es imposible conocer simultáneamente la posición y la velocidad exacta de una partícula.
- d) Dos átomos del mismo elemento pueden tener el mismo número de protones

7. El número total de electrones en orbitales **s** en un átomo de germanio (Ge), es:

- a) 2
- b) 8
- c) 15
- d) 6
- e) 18

8. A la mínima cantidad de energía que puede ser ganada o perdida por un electrón se define como:

- a) quark
- b) quantum
- c) quarto
- d) quasar

9. ¿Cuántos tipos de orbitales están presentes en los átomos de elementos del tercer período de la tabla periódica.

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4

10. ¿Cuál de las siguientes definiciones es correcta?

- a) El primer nivel de energía contiene solamente orbitales s y p
- b) Cada conjunto de orbitales d contiene 7 orbitales
- c) todos los orbitales d pueden tener un máximo de 14 electrones
- d) Todos los orbitales s tienen forma esférica

11. Cuando  $n = 5$  y  $l = 1$ , ¿de qué subnivel se trata? \_\_\_\_\_

12. ¿Cuántos orbitales hay en el subnivel de la pregunta anterior? \_\_\_\_\_

13. Indica los valores de **m** para cada uno de estos orbitales. \_\_\_\_\_

14. En el subnivel d ( $l = 2$ ), ¿cuántos y qué valores presenta el número cuántico magnético **m**?

---

15. Desarrolla la configuración electrónica tipo kernel para los siguientes elementos químicos:

$^{12}\text{Mg}$  \_\_\_\_\_

$^{16}\text{S}$  \_\_\_\_\_

$^{28}\text{Ni}$  \_\_\_\_\_

$^{47}\text{Ag}$  \_\_\_\_\_

16. Los subniveles de energía son designados por las letras:

- a) 1, 2, 3 y 4      b) x, y, z      c) s, p, d y f      d) a, b, c y d

17. Qué configuración electrónica describe el nivel de energía más externo de un átomo de molibdeno, ( $_{42}\text{Mo}$ )

- a)  $6p^6$       b)  $5s^2$       c)  $5s^1$       d)  $5d^4$

18. Si el electrón diferencial del nitrógeno ( $Z=7$ ) se acomoda en  $2p_z$ , ¿en cuál orbital se va a ubicar el electrón diferencial del oxígeno ( $Z=8$ )? \_\_\_\_\_

19. El último electrón del flúor, (F) ¿en qué orbital se sitúa? \_\_\_\_\_  
¿Tiene este elemento todos sus orbitales del segundo nivel saturados? \_\_\_\_\_

20. Para el elemento químico sodio, Na ( $Z=11$ ), ¿será posible ubicar su electrón diferencial en el segundo nivel de energía? \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

21. Exceptuando al helio, todos los átomos de los gases nobles, tienen en su último nivel de energía...de electrones:

- a) duetos de  $e^-$       b) tríos de  $e^-$       c) cuartetos  $e^-$       d) octetos  $e^-$

22. El espacio en el cual existe un 99% de probabilidad de encontrar un electrón se denomina:

- a) subnivel de energía      b) orbital      c) nivel de energía      d) esfera electrónica

23. La siguiente configuración electrónica  $1s^2 2s^2 2p^1$  corresponde a:

- a) Flúor      b) Hidrógeno      c) Litio      d) Boro

24. ¿Qué elemento tiene una configuración electrónica  $[\text{Ar}] 4s^2 3d^3$

- a) Vanadio      b) Escandio      c) Nitrógeno      d) Arsénico

25. ¿Cuál es la configuración electrónica del radón?

- a)  $[\text{Xe}]5d^8$       b)  $[\text{Xe}]6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6$       c)  $[\text{Xe}]5s^2 5p^6$       d)  $[\text{Rn}]6s^2 6p^6$

26. ¿Cuál es el número máximo de electrones que puede contener un orbital?

- a) 1      b) 2      c) 3      d) 4

27. Se dice que el electrón tiene una naturaleza dual, ¿qué significado tiene para tí esto?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

28. ¿Qué número cuántico indica la forma del orbital?

- a) n                      b) l                      c) m                      d) s

29. ¿Qué número cuántico determina el número de orbitales que hay en un subnivel?

- a) n                      b) l                      c) m                      d) s

30. ¿Qué número cuántico toma valores enteros y positivos desde 1 hasta el infinito?

- a) n                      b) l                      c) m                      d) s

31. ¿Qué número cuántico indica que el giro del electrón, puede tomar valores de  $+1/2$  o  $-1/2$ ?

- a) n                      b) l                      c) m                      d) s

32. ¿Qué número cuántico toma valores desde  $-l$  hasta  $+l$ ?

- a) n                      b) l                      c) m                      d) s

33. Principio que establece que cada orbital tiene capacidad para contener un par de electrones con giro contrario.

- a) Principio de exclusión de Pauli                      b) Principio de Incertidumbre de Heisenberg  
c) Principio de máxima multiplicidad                      d) Regla de Hund

34. ¿Qué números cuánticos determinan el nivel y el subnivel en que se encuentra un electrón?

- a) n y l                      b) m y s                      c) n y m                      d) n y s

35. ¿Cuáles de los siguientes conjuntos de números cuánticos son permitidos para el electrón del átomo de hidrógeno en su estado basal?

- a)  $n = 2; l = 1; m = 1$                       b)  $n = 1; l = 0; m = 0$   
c)  $n = 4; l = 2; m = -2$                       d)  $n = 3; l = 3; m = 0$

36. Cuando  $n=4$ , ¿qué valores puede tener  $l$  (ele)?

- a) 1,2,3,4                      b) 0,1,2,3                      c) -2, -1, 0, 1, 2                      d) -1,0, 1

37. Si  $l = 3$ , ¿qué valores puede tener  $m$ ?

- a) 1,2,3                      b) 0,1,2,3                      c) -2, -1, 0, 1, 2                      d) -3,-2,-1, 0, 1, 2, 3

38. En su teoría nos plantea que los electrones pueden absorber y emitir energía en forma discontinua, en pequeñas cantidades llamados "cuantos":

- a) E. Rutherford                      b) Planck                      c) Thomson                      d) Dalton

39. En su modelo atómico propuso que los electrones se encuentran girando en órbitas circulares o niveles de energía:

- a) Thomson                      b) Dalton                      c) Bohr                      d) Rutherford

## 2.6.1 Configuraciones electrónicas y ubicación de los elementos representativos y de transición en la tabla periódica

¿Te imaginas poder ubicar a los elementos en la tabla periódica a partir de su configuración electrónica? ¿o poder determinar su configuración electrónica conociendo únicamente su ubicación en la tabla? Si analizas un poco la relación que guardan una con la otra, podrás hacerlo sin mucha dificultad. Sin embargo, la organización o clasificación de los elementos no fue cosa fácil. La tabla periódica que hoy conoces es producto del trabajo de muchos investigadores, como Lavoisier, Dobereiner, Chancourtois, Newlands, Meyer, Mendeleiev, Moseley entre otros.

¿Sabías qué... la tabla periódica, se llama tabla, porque posee filas y columnas? ¿Y que el término periódico se debe a que las propiedades de los elementos se repiten en forma periódica?



**Actividad 2.21** En forma individual o colaborativa indaga el desarrollo de la tabla periódica y los aportes de cada investigador en la construcción de esta valiosa herramienta.

### ¿Cómo están acomodados los elementos químicos en la tabla periódica?

En la tabla periódica se observa una serie de cuadros o **casilleros** en los cuales se ubican los símbolos de los elementos. A cada elemento químico le corresponde una sola casilla. Los elementos químicos están ordenados consecutivamente con base a su número atómico (Z), de manera ascendente. El **número atómico** como ya lo hemos estudiado, representa al número de protones en el núcleo de un átomo, el cual coincide con el número de electrones en un átomo neutro. Por tanto, el número atómico es un **número de orden, para cada elemento**.

Por otra parte, se observan siete hileras horizontales denominadas **períodos**, los cuales se indican con números arábigos. Un período es un conjunto de elementos con propiedades diferentes, cuyos electrones externos se encuentran en un mismo nivel de energía. El **número del período** nos indica el **nivel de energía más externo** que contiene electrones.

		Grupos																			
		Elementos Representativos										Elementos de Transición									
		I A - VIII A										I B - VIII B									
Períodos	1	1 H 1.008	2 He 4.003											13 B 10.81	14 C 12.01	15 N 14.01	16 O 16.00	17 F 19.00	18 Ne 20.18		
	2	3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18		
3	11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3 III B	4 IV B	5 V B	6 VI B	7 VII B	8 VIII B	9	10	11 IB	12 IIB	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95			
4	19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.64	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80			
5	37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3			
6	55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La 138.9	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)			
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (264)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Ds (271)	111 Rg (272)	112 Uub (273)	113 Uut (274)	114 Uuq (275)	115 Uup (276)	116 Uuh (277)	117 Uus (278)	118 Uuo (279)			
		Elementos de Transición Internos																			
		Metales														Metaloides					
		58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (147)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0						
		90 Th 232.0	91 Pa (231)	92 U 238.0	93 Np (237)	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (249)	99 Es (254)	100 Fm (255)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)						

En una configuración electrónica, el número de período lo determina el número cuántico principal mayor.

### Ejemplos:



El nivel más externo es el 3, por tanto, este elemento pertenece al período 3.



El nivel más externo es el 4, por tanto, este elemento pertenece al período 4.

Además la tabla periódica larga o de 18 columnas, consta como su nombre lo indica, de 18 columnas verticales, denominadas **grupos o familias**.

Un **grupo** o familia se define como un conjunto de elementos con las mismas propiedades químicas. Los grupos se indican con números romanos del I al VIII, A o B; aunque la IUPAC recomienda utilizar la numeración arábica del 1 al 18.

A los elementos del **subgrupo A**, se les denomina **representativos**, dado que el número de electrones del nivel más externo (electrones de valencia) representan el número del grupo al cual pertenecen.

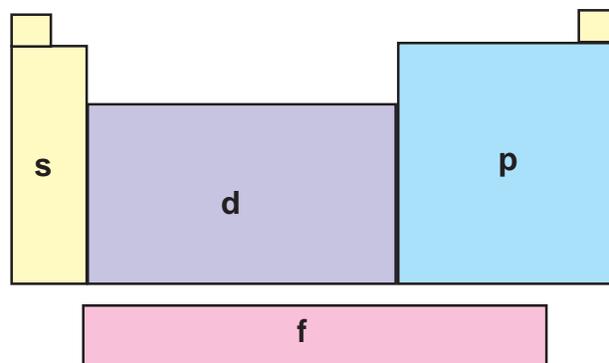
Todos los elementos representativos terminan su configuración electrónica en un subnivel **s** o en un subnivel **p**, formando así dos grandes conjuntos conocidos como **bloques s** y **p**.

**¿Sabías que...** los electrones de valencia, son los electrones que se localizan en el nivel más alto de energía de un átomo? Estos electrones son los responsables de las propiedades químicas de los elementos.

A los elementos del **subgrupo B** se les denomina **elementos de transición y de transición interna**. Los elementos de transición forman ocho grupos: IB (3) hasta IIB (12). Los elementos de transición interna se dividen en la serie de los **lantánidos** y serie de los **actínidos**. En la serie de los actínidos se encuentran los elementos transuránidos (elementos que están después del uranio), y que son altamente radiactivos.

Los elementos de transición se encuentran llenando en su configuración electrónica un subnivel **d**, formando así un conjunto de elementos conocido como **bloque d**. Los elementos de transición interna, se encuentran llenando en su configuración electrónica el subnivel **f**, formando así un conjunto de elementos, conocido como **bloque f**.

Así, la tabla periódica se divide en cuatro bloques: **s**, **p**, **d** y **f**, dependiendo del subnivel donde se ubica el electrón diferencial. El subnivel donde se ubica el electrón diferencial determina el **bloque** donde se localiza el elemento. El subgrupo A está constituido por los bloques **s** y **p**; y el subgrupo B por los bloques **d** y **f**.



Bloques s, p, d y f

El bloque **s** está constituido por los grupos I A y II A, puesto que en el subnivel **s** caben dos electrones. Los del grupo I A terminan su configuración electrónica en  $ns^1$  y los del grupo II A en  $ns^2$ .

En la parte derecha de la tabla periódica se localizan los elementos del bloque **p**. Dado que el subnivel **p** tiene capacidad para seis electrones, en el bloque **p** aparecen seis grupos, del IIIA al VIIIA, cuya configuración electrónica externa varía desde  $np^1$  hasta  $np^6$ .

Los elementos del bloque **d** se encuentran situados en la parte central de la tabla, y terminan su configuración electrónica en  $nd^1$  hasta  $nd^{10}$ . Si se desea determinar el grupo al que pertenece un elemento de transición, se suman los electrones externos del subnivel **s**, con los electrones del subnivel **d**.

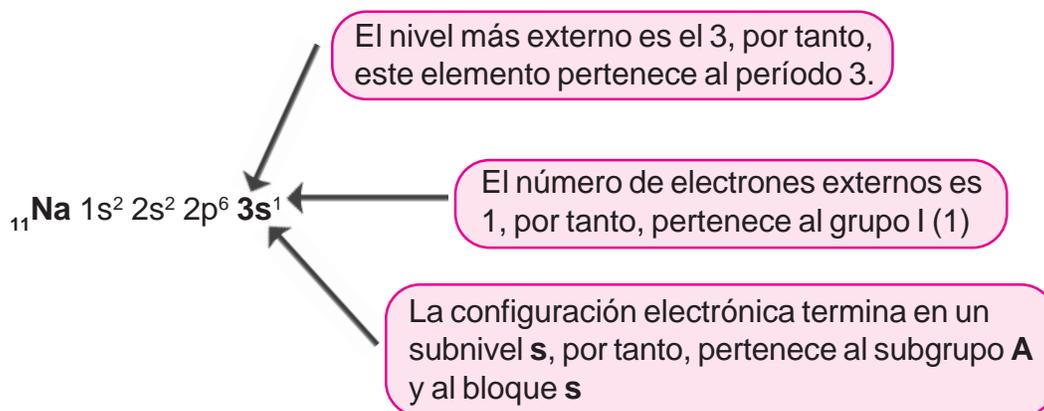
En la parte inferior de la tabla se encuentran los elementos del bloque **f**, y su configuración electrónica externa varía desde  $nf^1$  hasta  $nf^{14}$ .

Grupo	Número de electrones en el último nivel	Configuración electrónica externa
IA	1	$s^1$
IIA	2	$s^2$
IIIA	3	$s^2p^1$
IVA	4	$s^2p^2$
VA	5	$s^2p^3$
VIA	6	$s^2p^4$
VIIA	7	$s^2p^5$
VIIIA	8	$s^2p^6$

Configuración electrónica externa (de valencia) de los elementos representativos

### Ejemplos:

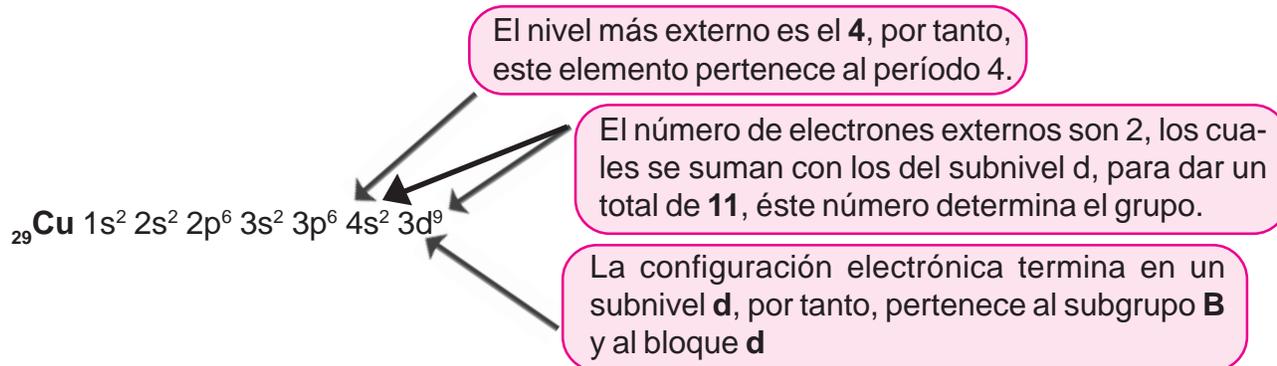
Determina el grupo, subgrupo, periodo y bloque al que pertenecen los siguientes elementos representativos, sodio (Na) y bromo (Br) a partir de sus números atómicos.



La información que nos proporciona la configuración electrónica, es que el sodio se encuentra en el grupo I (1), en el subgrupo A, en el período 3 y en el bloque s.







La configuración electrónica esperada para el átomo de cobre es  $[\text{}_{18}\text{Ar}] 4s^2 3d^9$ . Sin embargo, en la configuración real del cobre, hay dos electrones para cada uno de los cinco orbitales del subnivel 3d, quedando un sólo electrón en el subnivel 4s:  $[\text{}_{18}\text{Ar}] 4s^1 3d^{10}$ .

Esto se explica porque los orbitales 4s y 3d son casi de la misma energía. Pues bien, si deseamos utilizar la configuración electrónica tipo kernel del cobre, tendríamos que al sumar los electrones del último y penúltimo subnivel  $[\text{}_{18}\text{Ar}] 4s^2 3d^9$ , nos da un total de 11, esto coincide con la numeración arábica de los grupos, pero cuando deseamos utilizar la numeración romana, entonces la configuración  $[\text{}_{18}\text{Ar}] 4s^1 3d^{10}$ , nos permite determinar que el grupo es el IB, porque cuando el subnivel d se encuentra lleno, no se suman sus electrones con los del último nivel.

Así, la información que nos proporciona la configuración electrónica,  $[\text{}_{18}\text{Ar}] 4s^1 3d^{10}$ , es que el cobre (Cu), se encuentra en el grupo IB o grupo 11, en el subgrupo B, en el período 4 y en el bloque d.



**Actividad 2.24** Determina con base en la configuración electrónica el grupo, subgrupo, período y bloque de cada elemento, asimismo, su ubicación en la tabla periódica.

Configuración electrónica	Z	Grupo	Subgrupo	Período	Bloque	Elemento
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$						
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$						
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$						
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^5$						
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$						
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^6$						
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^2$						
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^7$						



## 2.7 Características de metales, no metales, metaloides: importancia biológica, económica y social

De los 114 elementos que se conocen a la fecha, sólo 92 elementos son naturales. De estos, 11 elementos son gaseosos a temperatura ambiente (25°C), (**He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>**), sólo dos son líquidos (**Br<sub>2</sub>, Hg**) y el resto son sólidos. De manera recurrente, algunas tablas periódicas muestran al **Ga** y al **Cs** como elementos líquidos; es importante precisar que sí lo son, pero a temperaturas mayores de 25°C, por ejemplo, el galio puede fundir a la temperatura de la palma de la mano. También en ocasiones se muestra al francio, **Fr**, como elemento líquido, sin embargo, no se han obtenido cantidades suficientes para comprobarlo, pero la tendencia periódica nos permite predecir que éste puede ser líquido.

En función de sus propiedades los elementos químicos se clasifican en la tabla periódica como: metales, no metales metaloides y gases nobles.

Elementos Representativos																							
I										18													
IA												IIIA		IVA		VA		VIA		VIIA		VIII A	
1	1 H 1.008	2 He 4.003											13 B 10.81	14 C 12.01	15 N 14.01	16 O 16.00	17 F 19.00	18 Ne 20.18					
2	3 Li 6.941	4 Be 9.012	Elementos de Transición										5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18					
3	11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3 III B	4 IV B	5 V B	6 VI B	7 VII B	8 VIII B	9	10	11 IB	12 IIB	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95					
4	19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80					
5	37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3					
6	55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La 138.9	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.9	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)					
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)	104 Rf (257)	105 Db (260)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Ds (271)	111 Rg (272)	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo					
Elementos de Transición Interna																							
		58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (147)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0								
		90 Th 232.0	91 Pa (231)	92 U 238.0	93 Np (237)	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (249)	99 Es (254)	100 Fm (253)	101 Md (256)	102 No (254)	103 Lr (257)								

	Metales
	Metaloides
	No Metales

### Metales

La mayoría de los elementos de la tabla periódica son metales, como podrás observar en la tabla periódica que se muestra. Los metales se localizan a la izquierda, y al centro. Sin embargo, en la parte inferior derecha de la tabla periódica se encuentran también algunos metales, como el estaño, (Sn), el plomo (Pb) y el bismuto, (Bi).

Entre sus propiedades físicas podemos encontrar que generalmente tienen brillo, cuando son lisos y limpios, sólidos a temperatura ambiente (excepto el mercurio, Hg, que es un líquido), buenos conductores del calor y la electricidad, dúctiles y maleables, lo que significa que se pueden laminar y hacer alambres y monedas con ellos. Presentan altos puntos de fusión y bajas



## Importancia biológica, económica y social de algunos metales

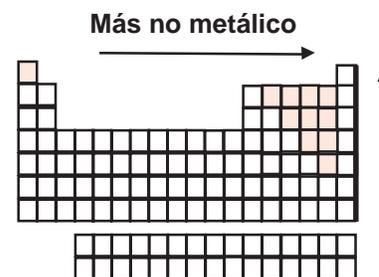
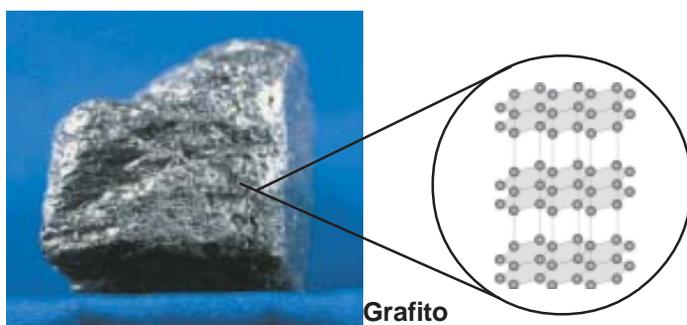
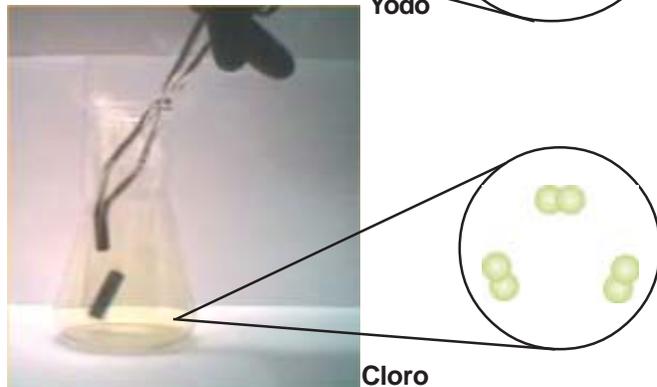
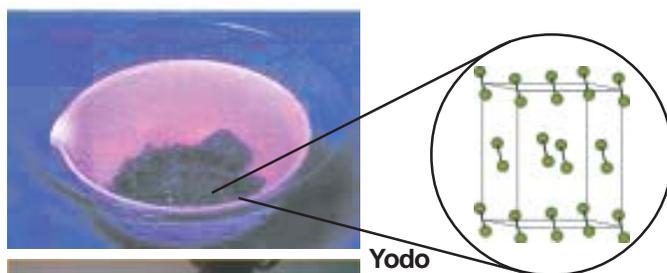
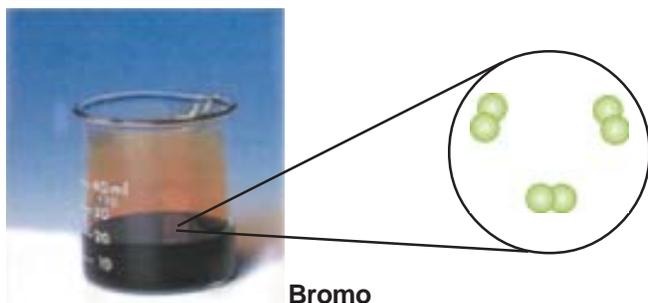
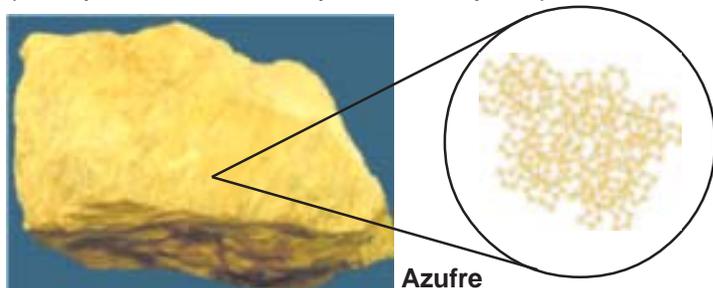
Símbolo	Nombre	Características, aplicaciones e importancia
Al	Aluminio	<p>Es un metal ligero, resistente a la corrosión, dúctil y maleable, se emplea en construcción, en partes para vehículos, aviones y utensilios domésticos, empaque de alimentos, electrónica. Se extrae de la bauxita, la cual contiene alúmina (<math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>), pero resulta mucho más barato reciclarlo, porque ahorra el 95% de la energía que se utiliza para separarlo del mineral.</p> <p>En México no existen yacimientos de bauxita. El compuesto sulfato de aluminio, <math>\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3</math>, conocido como alumbre, se utiliza además como antitranspirante y como floculante de las partículas suspendidas en la purificación del agua.</p> 
Co	Cobalto	<p>Metal de color azul plateado, esencial para la vida, participa en la coenzima de la vitamina <math>\text{B}_{12}</math>. Se emplea en la elaboración de aceros especiales, debido a su alta resistencia al calor, corrosión y fricción. También se emplea como pigmento azul para el vidrio, en la elaboración de imanes permanentes (alnico). Su isótopo radiactivo, <math>^{60}\text{Co}</math>, se utiliza para producir radiaciones gamma utilizadas en el tratamiento del cáncer.</p> <p>En 1983, en Ciudad Juárez Chihuahua, sucedió uno de los accidentes nucleares más graves de América Latina, una fuente de cobalto-60, fue fundida con hierro, produciéndose varilla contaminada, que posteriormente fue utilizada en construcción.</p> 
Cu	Cobre	<p>Metal de color café rojizo que se emplea principalmente como conductor eléctrico, en la elaboración de monedas y aleaciones como el latón y el bronce. Cuando el cobre se carbonata se pone de color verde. Un exceso de cobre elimina las algas del acuario. El cobre es esencial para los seres vivos, porque participa activamente en la síntesis de hemoglobina y ayuda a la absorción del hierro. Existen yacimientos de minerales de cobre en Sonora, Zacatecas y Chihuahua.</p> 
Cr	Cromo	<p>Metal de color blanco azulado, se utiliza principalmente en la fabricación de aleaciones especiales y en el cromado de metales para protegerlos de la corrosión.</p> <p>Algunos de sus compuestos más importantes son los dicromatos de sodio y de potasio, <math>\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7</math> y <math>\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7</math> respectivamente, utilizados como agentes oxidantes en síntesis orgánica. El <math>\text{Cr}_2\text{O}_3</math>, óxido de cromo (III), se utiliza en la fabricación de abrasivos y en pinturas, es de color verde.</p> <p>El cromo (III) constituye un nutriente esencial para el metabolismo de la glucosa, proteínas y grasas en los mamíferos. Los compuestos de cromo (VI) son muy tóxicos y posibles cancerígenos.</p> 

Símbolo	Nombre	Características, aplicaciones e importancia
Cd	Cadmio	<p>Es un metal plateado que se obtiene en la refinación del zinc. Se utiliza en la fabricación de baterías recargables NiCd (níquel-cadmio). El seleniuro y telururo de cadmio son semiconductores y se utilizan en la industria electrónica. Se utiliza en la fabricación de aleaciones de bajo punto de fusión. El cadmio es tóxico, carcinógeno y teratógeno. Por ello, se ha reducido su uso en las últimas décadas. El cadmio se puede reciclar, es importante no tirar las baterías recargables a la basura, para evitar la contaminación del suelo y mantos freáticos.</p> 
Fe	Hierro	<p>Metal plateado, cuyas principales fuentes son la hematita (<math>\text{Fe}_2\text{O}_3</math>) y la magnetita (<math>\text{Fe}_3\text{O}_4</math>). Es el más importante de todos los metales, usado principalmente en la producción de aceros y herramientas. Es un elemento esencial y no tóxico. Participa en los sistemas de transferencia electrónica, en almacenamiento y transporte de oxígeno, almacenamiento de hierro y en enzimas. La deficiencia de hierro produce anemia. Las mejores fuentes de hierro son el hígado, riñones y carnes rojas. El hierro, se administra por vía oral en sales de sulfato ferroso.</p> 
Li	Litio	<p>El litio es un metal blando, blanco plateado. Se usa en aleaciones (con Al y Mg). En la fabricación de lubricantes o grasas y en la síntesis orgánica. En la producción de baterías de iones litio, utilizadas en teléfonos celulares, videocámaras, relojes, etc. El carbonato de litio se utiliza en el tratamiento de trastornos maniaco-depresivos, aunque cantidades grandes de sales de litio dañan el sistema nervioso central.</p> 
Mg	Magnesio	<p>El magnesio es un metal grisáceo, plateado y relativamente blando. Se utiliza como electrodo de sacrificio para proteger otros metales. Se utiliza en la fabricación de bombillas de magnesio, luces de bengala, fuegos artificiales. En aleaciones ligeras, para rines, fuselaje de aviones y automóviles. El reciclado de las latas de aluminio permite también recuperar el magnesio, porque se encuentra aleado al aluminio.</p> <p>Es un elemento esencial y no tóxico. Se usa en medicamentos para la indigestión y acidéz estomacal, en la <i>leche de magnesia</i>, <math>\text{Mg}(\text{OH})_2</math> y como purgante en la <i>sal de Empson</i>, <math>\text{MgSO}_4</math>. Es un constituyente esencial de la clorofila en las plantas verdes.</p> 
Mn	Manganeso	<p>Es un metal duro, plateado, se utiliza en la producción de aceros. En la fabricación de pilas secas, se usa el dióxido de manganeso, <math>\text{MnO}_2</math>. Es un elemento esencial, no tóxico. La química del manganeso está dominada por el ion manganato y el ion permanganato. El <math>\text{KMnO}_4</math> es un agente oxidante fuerte y corrosivo para el tejido humano.</p>  <p style="text-align: right;">Permanganato de potasio</p>

Símbolo	Nombre	Características, aplicaciones e importancia
		<p>Se utiliza en la purificación del agua y se prefiere más que el <math>\text{Cl}_2</math>, por dos razones, no afecta el sabor del agua y el <math>\text{MnO}_2</math> producido es un coagulante para las partículas suspendidas.</p>
Hg	Mercurio	<p>Es un metal líquido, plateado. Usado en la producción de cloro e hidróxido de sodio, luces mercuriales, fungicidas, aparatos eléctricos, termómetros, baterías, explosivos, pinturas, amalgamas. Es tóxico, dañino por inhalación, ingestión y contacto. Una exposición prolongada o repetida puede ocasionar daño a riñones, cerebro y sistema nervioso, provocando la enfermedad conocida como de Minamata.</p> <p>Se denomina así, porque en la ciudad de Minamata, Japón, en la década de los 50, murieron 46 personas por consumir pescado y mariscos contaminados con metilmercurio, diez años después el número de víctimas aumentó considerablemente.</p> 
Pb	Plomo	<p>Es un metal blando, de color gris. Usado en acumuladores, cables, pinturas (aunque se ha reducido su uso por su toxicidad), vitrales, soldadura, protector de radiación, vidrio (cristal de plomo), balas. Casi el 80% del plomo utilizado se recicla de acumuladores y fuentes industriales para evitar mayor contaminación. Es tóxico, carcinógeno y teratógeno.</p> <p>El plomo puede causar perturbación de la biosíntesis de hemoglobina y anemia, daño a los riñones, perturbación del sistema nervioso (saturismo), daño al cerebro, disminución de la fertilidad del hombre a través del daño en el esperma, disminución de las habilidades de aprendizaje de los niños.</p> 
Ag	Plata	<p>Es un metal blando de color plateado. Utilizado en fotografía, joyería, industria eléctrica, vidrio (espejos), aleaciones, monedas, vajillas, soldaduras. El yoduro de plata se utiliza para bombardear las nubes y modificar los patrones de lluvia en determinadas zonas. Los estados productores de plata en el país son: Guerrero, Guanajuato, Zacatecas, San Luis Potosí, Hidalgo.</p> 
Au	Oro	<p>Es un metal de color amarillo, blando, dúctil, brillante y de gran valor. Se emplea en joyería, monedas, industria electrónica, piezas dentales, aunque formando aleaciones con otros elementos. No tiene ningún rol biológico, no es tóxico. Sin embargo, algunos compuestos de oro, se utilizan como fármacos anti-reumáticos.</p> 

## No metales

Los no metales se encuentran en la parte superior derecha de la tabla periódica. Entre sus propiedades físicas podemos encontrar que generalmente son gases, como el flúor, cloro, oxígeno y nitrógeno o sólidos quebradizos, como el carbono (grafito), el yodo, el azufre y el fósforo (excepto el bromo, Br que es un líquido).



Algunos autores clasifican a los gases nobles como no metales. Sin embargo, deben ser abordados separadamente, porque en general no presentan las propiedades de los no metales. Los no metales son malos conductores del calor y la electricidad, no son maleables, ni dúctiles. Sus puntos de fusión tienden a ser más bajos comparados con los metales. Entre sus propiedades químicas encontramos que reaccionan con los metales y consigo mismo, para formar muchos y muy variados compuestos, como: óxidos ácidos, oxiácidos, hidrácidos, hidruros, sales, entre muchos otros. Con excepción del carbono, los no metales tienen cinco, seis o siete electrones de valencia. Tienen gran tendencia a ganar uno, dos y hasta tres electrones para formar aniones (iones de carga negativa). Son muy electronegativos y oxidantes.

## Importancia biológica, económica y social de algunos no metales

Símbolo	Nombre	Características, aplicaciones e importancia
S	Azufre	<p>No metal sólido de color amarillo. Se emplea en la elaboración de fertilizantes, medicamentos, insecticidas, productos químicos y petroquímicos. Es la clave de la industria química. Es un elemento esencial, no es tóxico como elemento o como sulfato. Se encuentra en yacimientos volcánicos y aguas sulfuradas. En México buena parte del azufre utilizado se obtiene de los pozos petroleros.</p> <p>El <math>\text{SO}_2</math> es uno de los gases que contribuyen a la generación de lluvia ácida. Las mayores emisiones de <math>\text{SO}_2</math> provienen del combustóleo empleado en las termoeléctricas, y de la gasolina utilizada por los automóviles.</p> <p>Su mayor efecto en el ser humano es la irritación de los ojos, la piel y el sistema respiratorio, donde puede causar serios daños a los pulmones.</p>
Br	Bromo	<p>Es un líquido denso de color rojo oscuro y olor sofocante. Se utiliza en síntesis orgánica para obtener compuestos bromados. Los compuestos orgánicos bromados se utilizan en pesticidas, en retardadores de flama y en la industria fotográfica (aunque su uso ha disminuido por las cámaras digitales). El agua de mar, lagos salados y salmueras naturales son las principales fuentes de bromo.</p>
C	Carbono	<p>Es un sólido que se presenta en la naturaleza como elemento (en forma de grafito y diamante), pero principalmente como hidrocarburos (gas metano, aceite y carbón) y carbonatos. Las propiedades varían de una forma alotrópica a otra. Así, el grafito es un sólido negro y quebradizo, utilizado en la fabricación de minas para lápices, electrodos para baterías, carbón activado. Es esencial para toda forma de vida. El diamante sólido cristalino de calidad no gema, se utiliza como abrasivo y en herramientas de corte y brocas para taladro. Estados Unidos es el principal productor de diamantes sintéticos, mientras que las reservas de diamantes de calidad gema se encuentran en África, Australia, Canadá y Rusia.</p>
Cl	Cloro	<p>Es un gas amarillo verdoso, denso, usado como agente blanqueador y en la síntesis de compuestos organoclorados y polímeros como el PVC, en el tratamiento de aguas. Es un elemento esencial, tóxico como <math>\text{Cl}_2</math>. Las fuentes de cloro están estrechamente relacionadas con las de Na y K. El cloro en forma de radical destruye en la estratósfera la capa de ozono. En casa se utiliza el hipoclorito de sodio, conocido frecuentemente como cloro, para desinfectar y blanquear la ropa.</p>



Símbolo	Nombre	Características, aplicaciones e importancia
F	Flúor	<p>Es un gas amarillo pálido, el más reactivo de todos los elementos. Utilizado para producir hexafluoruro de uranio, <math>UF_6</math> para los procesos de enriquecimiento del combustible nuclear, así como para producir hexafluoruro de azufre, <math>SF_6</math>.</p> <p>El HF, fluoruro de hidrógeno, se utiliza en la producción de la mayoría de los compuestos fluorados. El fluoruro de sodio se utiliza en pastas dentales y en el tratamiento del agua. Una solución de fluoruro de sodio al 0.2% para enjuague bucal se utiliza en la prevención de caries.</p> <p>Es un elemento esencial, pero en exceso es muy tóxico, corrosivo y oxidante. Está contenido en la fluorita, <math>CaF_2</math>, en la fluoroapatita, <math>Ca_5F(PO_4)_3</math> y en la hidroxiapatita, <math>Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2</math>, de donde se obtiene el flúor.</p>  <p><b>Fluorita</b></p>
P	Fósforo	<p>Es un no metal que se presenta en diferentes formas alotrópicas: el fósforo blanco es blando y flamable, el fósforo rojo es sólido y usualmente no flamable.</p> <p>Es un elemento básico para toda forma de vida, es un constituyente del tejido vegetal y animal, es muy tóxico como fósforo blanco.</p> <p>La fosfina, <math>PH_3</math> es muy venenosa, así mismo los compuestos organofosforados. El fosfato de calcio se encuentra en los huesos, dientes y DNA.</p> <p>Se emplea como fosfato en la elaboración de fertilizantes, detergentes, lacas, cerámicas, insecticidas, plaguicidas, pinturas, ácido fosfórico, cerillos.</p> <p>El ácido fosfórico es responsable del sabor ácido de muchos refrescos. Los fertilizantes de fosfato son esenciales para los cultivos, pero los fosfatos de las aguas residuales que fluyen a los ríos y lagos, contribuyen al crecimiento excesivo de algas (provocando la eutroficación) cuya presencia hace disminuir la cantidad de oxígeno, afectando la vida acuática.</p> 
I	Yodo	<p>Es un no metal sólido, de color negro brillante, fácilmente sublimable. Sus compuestos son usados en complementos alimenticios, colorantes, catálisis, productos farmacéuticos. Es un elemento esencial, sus vapores son dañinos. El alimento yodado para gallinas aumenta la producción de huevos. El yodo también se utiliza como antiséptico para heridas y como desinfectante de piscinas. La deficiencia de yodo en los animales provoca la enfermedad denominada bocio. El isótopo radiactivo yodo-131, se utiliza para destruir el tejido tiroideo y disminuir la actividad de la tiroides.</p> <p>Como ya lo hemos mencionado, el yoduro de plata, <math>AgI</math>, se utiliza para inducir la lluvia. El aditivo alimenticio de color rojo E127, eritrosina B, utilizado en bebidas gaseosas y gelatinas, es un pigmento que contiene elevado contenido de yodo.</p> 

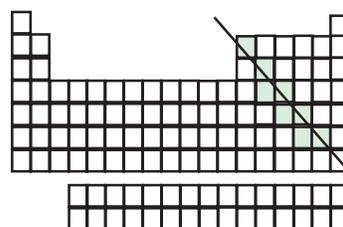
Símbolo	Nombre	Características, aplicaciones e importancia
N	Nitrógeno	<p>Es un gas incoloro e inodoro, que se obtiene del aire líquido. Forma el 78% en volumen de la atmósfera terrestre. Usado en fertilizantes, explosivos, plásticos, tintes, producción de amoníaco y ácido nítrico, llenado de llantas o para proporcionar una atmósfera inerte. El nitrógeno líquido es un importante refrigerante. La criogenización con nitrógeno líquido se ha utilizado para conservar esperma y óvulos, pero en un futuro podrá ser utilizada para conservar seres humanos vivos, en condiciones de congelación hasta encontrar cura para sus enfermedades. El nitrógeno líquido también se utiliza en criocirugía para eliminar verrugas. El nitrógeno es un elemento esencial para toda forma de vida, presente en las proteínas.</p> 
O	Oxígeno	<p>Es un gas incoloro e inodoro, que se obtiene del aire líquido. El oxígeno líquido tiene un color azul pálido. Forma casi el 20 % en volumen de la atmósfera terrestre. Casi el 47 % de la corteza terrestre está formada por compuestos que contienen oxígeno, por ejemplo: agua, piedra caliza, sílice, silicatos, etc. Existe sólo en dos formas alotrópicas: <math>O_2</math>, <math>O_3</math>. Es un elemento básico y esencial para la vida, se convierte en <math>CO_2</math> en la respiración. Su principal uso es como comburente (sopletes oxiacetilénicos), para ayudar a la respiración en condiciones especiales (hospitales, aviones, naves espaciales) en la fabricación del acero.</p>  <p>oxígeno líquido</p> <p>Por coincidencia de la naturaleza el oxígeno líquido tiene el mismo color del cielo. Sin embargo, estos dos fenómenos no tienen ninguna relación, ya que el azul del cielo se debe a la dispersión de Rayleigh. La cual ocurre cuando la luz viaja a través de cuerpos sólidos, líquidos y gases transparentes más pequeños que la longitud de onda de los fotones dispersados.</p>

## Metaloides

Los metaloides se encuentran abajo y arriba de la línea diagonal que divide a los metales de los no metales. A los metaloides también se les conoce como anfóteros o semimetales, debido a que presentan tanto características metálicas como no metálicas. Entre ellos se encuentran el boro, silicio, germanio, arsénico, antimonio, telurio, polonio y astato.

En general son elementos sólidos y con cierto brillo metálico. Son semiconductores. Un semiconductor es un elemento que no conduce la electricidad tan bien como un metal, pero lo hace mejor que un no metal. La propiedad semiconductor del silicio hizo posible la revolución de las computadoras.

Más metaloide

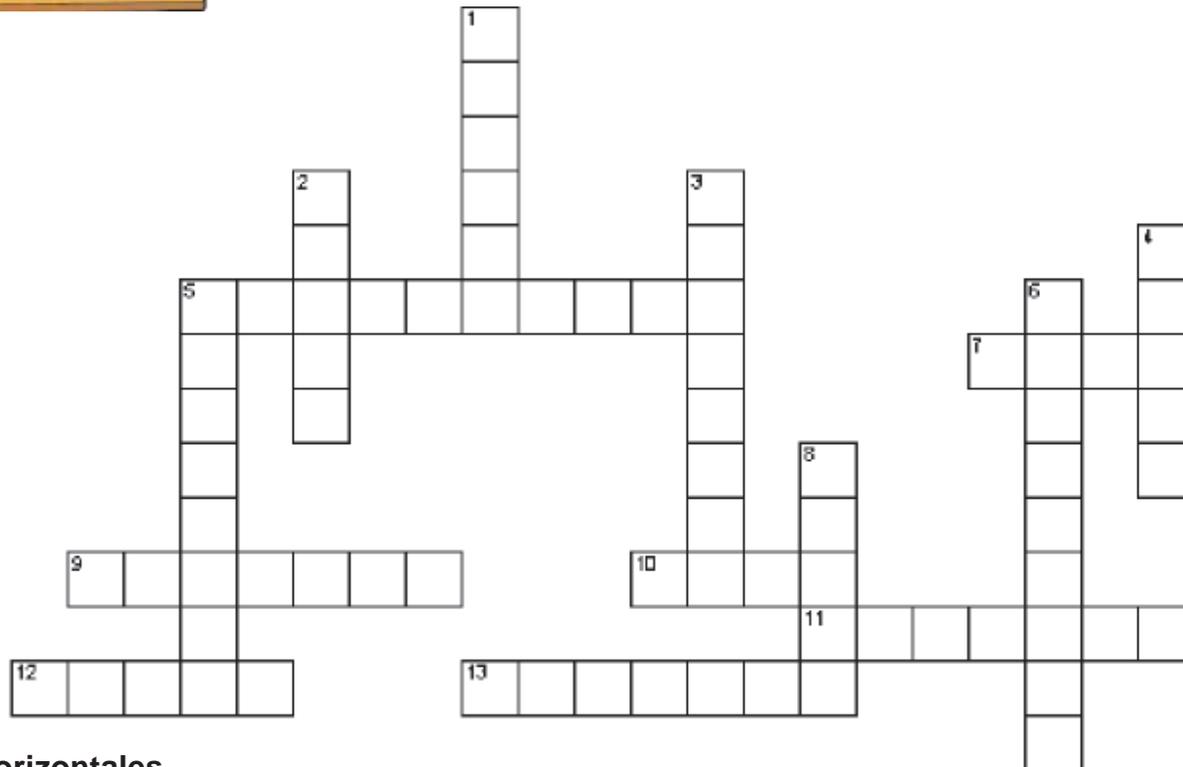


## Importancia biológica, económica y social de algunos metaloides

Símbolo	Nombre	Características, aplicaciones e importancia	
As	Arsénico	<p>Es un metaloide de color gris, blando, y brillante. Usado en aleaciones y semiconductores. Es muy tóxico en pequeñas dosis, la dosis letal es de 130 mg. Las sales de arsénico y la arsina, <math>\text{AsH}_3</math>, son muy tóxicas. Se utiliza como insecticida y en la conservación de la madera, como arseniato de cobre y cromo. Sin embargo, se debe tener cuidado al quemar o dejar podrir la madera curada con este compuesto porque se libera arsénico y cromo al ambiente. Se sospecha que puede contribuir a varios tipos de cáncer: de piel, vejiga y pulmones. El arsénico se utiliza como agente dopante en los semiconductores. Un dopante es una impureza que se introduce en un semiconductor en cantidades mínimas para incrementar su conductividad eléctrica.</p>	 
B	Boro	<p>El boro impuro es un polvo de color oscuro, pero puro es de color gris plateado. Se obtiene de los depósitos de borax. Se utiliza en la fabricación de vidrio resistente al calor y en cerámica (refractarios). También se utiliza en la producción de lentes ópticos. Es esencial para las plantas, es ligeramente tóxico para los insectos, por ello se utiliza como insecticida, más en el control de cucarachas y hormigas. El bórax se utiliza como fungicida. El boro amorfo se utiliza en pirotecnia para obtener un color verde,</p>	
Ge	Germanio	<p>El germanio es un metaloide sólido de color blanco plateado. Se utiliza en la industria eléctrica y de semiconductores, en aleaciones y la fabricación de vidrios especiales. No tiene ningún rol biológico.</p>	
Si	Silicio	<p>El silicio amorfo es de color negro. Es un metaloide que se obtiene por reducción al calentar arena con carbono o carburo de calcio en un horno eléctrico. Ultrapuro, grado semiconductor es de color azul grisáceo. La sílice, <math>\text{SiO}_2</math>, es un material de extraordinaria importancia: principal componente del vidrio y la industria de la construcción consume grandes cantidades de este producto. El vidrio de cuarzo puede soportar cambios bruscos de temperatura. Usado en semiconductores, aleaciones y polímeros. Las siliconas tienen diversas aplicaciones en la vida diaria: componentes de champús y acondicionadores de pelo, gel para pelo, desodorantes, barnices, selladores, impermeabilizantes, implantes de busto. Es un elemento esencial no tóxico, pero algunos silicatos (asbesto) son cancerígenos.</p>	 



**Actividad 2.27** En forma colaborativa contesta el siguiente crucigrama sobre algunas características de los metales, no metales y metaloides.



### Horizontales

5. Presentan propiedades metálicas y no metálicas
7. Su deficiencia en el organismo es la causa del bocio
9. Su presencia en detergentes y fertilizantes provoca el crecimiento excesivo de algas en ríos y lagos
10. Metaloides del grupo 13, utilizados frecuentemente como veneno suave para cucarachas y hormigas
11. Sus átomos tienen tendencia a perder electrones para formar iones positivos (cationes)
12. Se utiliza en la prevención de la caries en enjuagues bucales al 0.2%
13. El uso de siliconas en los Estados Unidos es un boom, a pesar de los riesgos, ¿qué metaloide está presente en la composición de este compuesto?

### Verticales

1. Su deficiencia produce anemia, las mejores fuentes de este elemento son las vísceras, el hígado, los riñones.
2. Elemento utilizado en el tratamiento de enfermos maniaco-depresivos
3. Es uno de los metaloides más venenosos, el cual se cree fue utilizado para envenenar a Napoleón Bonaparte.
4. Su presencia en altas concentraciones produce la enfermedad denominada saturnismo
5. Es un constituyente esencial de la clorofila en las plantas verdes
6. Su tendencia es a ganar electrones y formar iones negativos (aniones)
8. Es el único no metal líquido

## 2.8 Características de los elementos representativos y de transición

La principal característica de los elementos representativos es la tendencia a adquirir, en los últimos subniveles de energía, la configuración  $ns^2 np^6$ , correspondiente al gas noble más cercano (regla del octeto), ya sea compartiendo, aceptando o cediendo electrones.

Las familias de los subgrupos A, reciben nombres especiales:

Grupo	Familia
IA (1)	Metales alcalinos (formadores de bases o álcalis)
IIA (2)	Metales alcalinotérreos
IIIA (13)	Familia del boro o de los térreos
IVA (14)	Familia del carbono
VA (15)	Familia del nitrógeno
VIA (16)	Familia del oxígeno o calcógenos (formadores de minerales)
VIIA (17)	Halógenos (formadores de sales)
VIIIA (18)	Gases nobles o inertes

### Los elementos del grupo 1 (IA): Metales alcalinos

A los elementos de este grupo con excepción del hidrógeno, se les conoce como la familia de los **metales alcalinos** (litio, sodio, potasio, rubidio, cesio y francio).

En general presentan las siguientes propiedades físicas y químicas:

#### Propiedades físicas

1 H
3 Li
11 Na
19 K
37 Rb
56 Cs
87 Fr

- Son los metales más ligeros.
- Son blandos y lustrosos.
- Son sumamente maleables, se les puede cortar con cuchillo.
- Son de color blanco plateado, excepto el cesio que tiene un tono dorado.
- Sus sales son iónicas y muy solubles en agua.
- Se les obtiene industrialmente por electrólisis de sus sales fundidas.
- Sus espectros a la flama son: Li, carmesí; Na, amarillo; K, lila; Rb, rojo-violeta; Cs, azul.
- Sus puntos de fusión son muy bajos.
- Son sólidos excepto el Cs que puede ser líquido a temperatura ambiente en algunos lugares. Sólo se conocen isótopos artificiales del francio y el de vida más larga, Fr-223, tiene un tiempo de vida media de 21.8 min.

## Propiedades químicas

1 H <sup>+</sup>	1s <sup>1</sup>
3 Li <sup>+</sup>	(He) 2s <sup>1</sup>
11 Na <sup>+</sup>	(Ne) 3s <sup>1</sup>
19 K <sup>+</sup>	(Ar) 4s <sup>1</sup>
37 Rb <sup>+</sup>	(Kr) 5s <sup>1</sup>
56 Cs <sup>+</sup>	(Xe) 6s <sup>1</sup>
87 Fr <sup>+</sup>	(Rn) 7s <sup>1</sup>

Cada uno de ellos tiene una configuración electrónica externa, en su estado basal:  $ns^1$ .

En general la química de los metales alcalinos está dominada por los compuestos que contienen iones positivos  $M^+$ , (Li<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, ...) Su número de oxidación es **+1**.

Son elementos muy reactivos, no existen libres en la naturaleza. Son difíciles de manejar con cierta seguridad, ya que reaccionan rápidamente con el oxígeno del aire o con el agua (algunos de estos metales reaccionan en forma explosiva con el agua), por ello, deben almacenarse en aceite, petróleo o queroseno.

Al reaccionar con el oxígeno forman óxidos básicos, al reaccionar con el agua forman hidróxidos, con los halógenos forman haluros y con los oxiácidos, oxisales.

### Espectros a la flama



Litio



Sodio



Potasio

## Los elementos del grupo 2: Metales alcalinotérreos

A los elementos de este grupo se les conoce como la familia de los **metales alcalinotérreos** (berilio, magnesio, calcio, estroncio, bario y radio).

Los metales **alcalinotérreos** son un poco uniformes en cuanto a sus propiedades:

4 Be
12 Mg
20 Ca
38 Sr
57 Ba
88 Ra

### Propiedades físicas

- El berilio y el magnesio son metales grisáceos, mientras que los demás son de color plateados.
- Son maleables, dúctiles y bastante quebradizos.
- Son más densos y duros que los alcalinos
- Sus espectros a la flama: Mg, blanco intenso, Ca, rojo anaranjado (pero verde claro al mirarlo a través de vidrio azul), Sr, carmesí (pero violeta a través de vidrio azul), Ba, verde manzana.

### Espectros a la flama



Calcio



Estroncio



Bario

- Sus puntos de fusión son más altos que los de los metales alcalinos.

### Propiedades químicas

4 <b>Be</b>	(He) $2s^2$
12 <b>Mg</b>	(Ne) $3s^2$
20 <b>Ca</b>	(Ar) $4s^2$
38 <b>Sr</b>	(Kr) $5s^2$
57 <b>Ba</b>	(Xe) $6s^2$
88 <b>Ra</b>	(Rn) $7s^2$

Cada uno de ellos tiene una configuración electrónica externa, en su estado basal:  $ns^2$ .

En general la química de los metales alcalinotérreos está dominada por los compuestos que contienen iones positivos  $M^{2+}$ , ( $Be^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ , ...) debido a la pérdida de los dos electrones externos. Su número de oxidación en los compuestos es **+2**.

Sin embargo, la pérdida de sus electrones no es tan fácil, ya que son menos reactivos que los alcalinos. Reaccionan con el agua, pero lo hacen con mucha lentitud.

El Ca, Sr y Ba exhiben un comportamiento químico similar al de los metales alcalinos, el Be y Mg son menos reactivos al  $O_2$  y al  $H_2O$ . Reaccionan con el oxígeno del aire pero forman una capa de óxido que los protege de las reacciones adicionales.

Al calentarlos, todos los metales alcalinotérreos se combinan con el  $O_2$ ,  $H_2O$ ,  $N_2$ ,  $S_8$  o halógenos, para formar óxidos, hidróxidos, nitruros, sulfuros y haluros.

El magnesio, cuando se mezcla con el aluminio, forma una aleación resistente y ligera, utilizada en la fabricación de piezas para automóviles, aviones o latas de refresco. El magnesio se usó bastante en fotografía, debido a la intensidad de su luz que emite al entrar en combustión.

El calcio se encuentra en la naturaleza formando carbonatos,  $CaCO_3$ , en piedra caliza, mármol y conchas marinas.

Las aguas duras contienen iones  $Ca^{2+}$  y  $Mg^{2+}$ , que al depositarse en la tubería obstruyen el paso del agua, por ello, en el proceso de potabilización se les da un proceso de "ablandamiento".

Las propiedades del Ra y sus compuestos pueden deducirse por extrapolación a partir de las de los elementos del grupo 2.

### Los elementos del grupo 13: Los térreos

A los elementos de este grupo se les conoce como la familia de los **térreos** (boro, aluminio, galio, indio y talio)

Esta familia presenta una gran variedad en sus propiedades:

#### Propiedades físicas

5 <b>B</b>
13 <b>Al</b>
31 <b>Ga</b>
49 <b>In</b>
81 <b>Tl</b>

- El boro es un metaloide, mientras que el aluminio, galio, indio y talio, son metales.

- El boro es de color gris, el aluminio, galio, indio y talio son de color plateado.

- El indio y el talio son metales blandos.

- Dentro de este grupo, la densidad y el carácter metálico aumenta con el número atómico

## Propiedades químicas

<sup>5</sup> B	(He) 2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup>
<sup>13</sup> Al	(Ne) 3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup>
<sup>31</sup> Ga	(Ar) 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>1</sup>
<sup>49</sup> In	(Kr) 5s <sup>2</sup> 4d <sup>10</sup> 5p <sup>1</sup>
<sup>81</sup> Tl	(Xe) 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6p <sup>1</sup>

Cada uno de ellos tiene una configuración electrónica externa, en su estado basal: **ns<sup>2</sup> np<sup>1</sup>**.

El estado de oxidación característico de los elementos del grupo 13 es el **M<sup>3+</sup>**, (B<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Ga<sup>3+</sup>, ...) debido a la pérdida de los tres electrones externos. Su número de oxidación en los compuestos es **+3**. Sin embargo, el estado de oxidación **M<sup>+</sup>**, también lo presentan el boro y el talio (B<sup>+</sup>, Tl<sup>+</sup>). Para el talio el estado de oxidación **M<sup>+</sup>**, es el estado más estable.

En la familia de los **térreos**, el boro presenta propiedades químicas diferentes al resto del grupo. Es inerte en condiciones normales, excepto para el ataque por F<sub>2</sub>. A temperaturas elevadas reacciona con la mayor parte de los no metales (excepto el H<sub>2</sub>) y los metales.

El aluminio es un metal reactivo pero forma una capa de óxido cuando se expone al aire, que lo protege de reacciones posteriores.

El boro forma óxidos ácidos, mientras que el resto forma óxidos básicos. El Al, Ga, In y Tl, reaccionan con los oxiácidos para formar oxisales y con los halógenos para formar haluros.

## Los elementos del grupo 14: La familia del carbono

Aunque existen grandes diferencias entre los elementos de este grupo, se les conoce como la **familia del carbono** (carbono, silicio, germanio, estaño y plomo).

### Propiedades físicas

<sup>6</sup> C	- El carbono es un no metal, el silicio y el germanio son metaloides o semimetales; el estaño y el plomo son metales.
<sup>14</sup> Si	- El Sn y el Pb son los únicos que en disolución acuosa forman cationes.
<sup>32</sup> Ge	- El Sn y el Pb son metales blandos
<sup>50</sup> Sn	- El carbono presenta alótropos, como el grafito, diamante y carbono amorfo.
<sup>82</sup> Pb	- Todos son sólidos

### Propiedades químicas

<sup>6</sup> C	(He) 2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup>
<sup>14</sup> Si	(Ne) 3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup>
<sup>32</sup> Ge	(Ar) 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>2</sup>
<sup>50</sup> Sn	(Kr) 5s <sup>2</sup> 4d <sup>10</sup> 5p <sup>2</sup>
<sup>82</sup> Pb	(Xe) 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6p <sup>2</sup>

Cada uno de ellos tiene en su estado basal, una configuración electrónica externa: **ns<sup>2</sup> np<sup>2</sup>**.

Todos los miembros del grupo 14 exhiben estado de oxidación **+4**, pero el estado de oxidación **+2** aumenta en estabilidad al bajar en el grupo.

El carácter electropositivo y la reactividad de los elementos aumenta al bajar en el grupo. El silicio es mucho más reactivo que el carbono.

El carbono es el más asombroso de todos los elementos, ya que es esencial para la vida. Se presenta en carbohidratos, proteínas, vitaminas y lípidos, entre otros.

La propiedad química más importante del carbono es su capacidad de concatenarse entre sí, para formar una gran cantidad de compuestos de cadena abierta y cerrada.

## Los elementos del grupo 15: La familia del nitrógeno

A los elementos de este grupo se les conoce como la familia del nitrógeno (nitrógeno, fósforo, arsénico, antimonio y bismuto)

Este grupo también presenta grandes diferencias en sus propiedades físicas y químicas.

### Propiedades físicas

7 N
15 P
33 As
51 Sb
83 Bi

- El nitrógeno y el fósforo son no metales, el arsénico y el antimonio son metaloides y el bismuto es un metal.

- El nitrógeno es un gas y el resto són sólidos.

### Propiedades químicas

7 N
15 P
33 As
51 Sb
83 Bi

(He)  $2s^2 2p^3$

(Ne)  $3s^2 3p^3$

(Ar)  $4s^2 3d^{10} 4p^3$

(Kr)  $5s^2 4d^{10} 5p^3$

(Xe)  $6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^3$

Cada uno de ellos tiene en su estado basal, una configuración electrónica externa:  $ns^2 np^3$ .

La química de los dos primeros miembros es mucho más extensa que la del resto del grupo. El nitrógeno presenta todos los estados de oxidación desde +5 hasta -3.

El fósforo presenta estados de oxidación de +1, +3, +5 y -3.

El arsénico, antimonio y bismuto presentan estados de oxidación de +3 y +5 respectivamente.

Podemos afirmar que casi todos los compuestos formados por los elementos del grupo 15, son de naturaleza covalente.

Por último cabría señalar que de todos los elementos de este grupo, el nitrógeno y el fósforo forman parte de todos los seres vivos.

## Los elementos del grupo 16: La familia del oxígeno, calcógenos o anfígenos

A los miembros de este grupo se les conoce como la **familia del oxígeno**, aunque también se les conoce antiguamente como calcógenos o anfígenos (oxígeno, azufre, selenio, telurio y polonio).

El término **calcógeno** proviene del griego y significa *formadores de minerales* (como óxidos, sulfuros, sulfatos) y **anfígenos** *formadores de ácidos y bases*.

Este grupo de elementos presenta las siguientes propiedades:

## Propiedades físicas

8 O
16 S
34 Se
52 Te
84 Po

- En este grupo de elementos predomina más el carácter no metálico, el cual disminuye al aumentar el número atómico del elemento.
- El oxígeno, el azufre y el selenio son no metales, el telurio es metaloide y el polonio es un metal.
- El oxígeno es un gas y el resto son sólidos.
- El oxígeno es el elemento más electronegativo de esta familia.

## Propiedades químicas

8 O
16 S
34 Se
52 Te
84 Po

(He)  $2s^2 2p^4$

(Ne)  $3s^2 3p^4$

(Ar)  $4s^2 3d^{10} 4p^4$

(Kr)  $5s^2 4d^{10} 5p^4$

(Xe)  $6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^4$

Cada uno de ellos tiene en su estado basal, una configuración electrónica externa:  $ns^2 np^4$ .

El oxígeno, azufre y selenio tienen la tendencia a aceptar dos electrones para completar su última capa y formar iones  $2^-$ ; óxido  $O^{2-}$ , sulfuro  $S^{2-}$ , selenuro  $Se^{2-}$ . Los estados de oxidación más usuales son: +2, +4 y +6

En general la mayoría forma óxidos ácidos, como  $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $SeO$ ,  $SeO_2$ ,  $SeO_3$ ,  $TeO$ ,  $TeO_2$ ,  $TeO_3$ . El oxígeno existe principalmente como  $O_2$  en la troposfera y como  $O_3$  (ozono), en la estratosfera, allí absorbe los poderosos rayos ultravioleta del sol, que de otra forma, penetrarían hasta la superficie y dañarían a los organismos vivos. En la parte baja de la atmósfera, el ozono es un contaminante tóxico de olor picante. El oxígeno es un elemento muy reactivo y forma compuestos con cualquier otro elemento, excepto con los gases nobles, helio, neón y argón. Los óxidos de nitrógeno, azufre y carbono emitidos a la atmósfera provocan graves daños, presentándose fenómenos como: la lluvia ácida, efecto invernadero y la formación de esmog fotoquímico, destructor del ozono.

En contraste con el oxígeno, el polonio es un elemento radiactivo muy raro, que se degrada rápidamente en otros elementos, tiene un tiempo de vida media de 138 días.

## Los elementos del grupo 17: La familia de los halógenos

A este grupo se le conoce como la familia de los **halógenos** (flúor, cloro, bromo, yodo y astato) Entre ellos existe una gran similitud en sus propiedades.

### Propiedades físicas

9 F
17 Cl
35 Br
53 I
85 At

- En este grupo de elementos predomina el carácter no metálico, el cual disminuye al aumentar el número atómico del elemento.
- El flúor, cloro, bromo y yodo, son no metales, mientras que el astato es un metaloide.
- El  $F_2$  es un gas de color amarillo pálido, el  $Cl_2$  es un gas de color amarillo verdoso, el  $Br_2$  es un líquido de color rojo oscuro, el  $I_2$  es un sólido de color gris metálico.

- El flúor es el elemento más electronegativo de la tabla periódica.
- Existen como moléculas diatómicas ( $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $I_2$ ,  $Br_2$ ) en el estado elemental

### Propiedades químicas

<sup>9</sup> F	(He) $2s^2 2p^5$
<sup>17</sup> Cl	(Ne) $3s^2 3p^5$
<sup>35</sup> Br	(Ar) $4s^2 3d^{10} 4p^5$
<sup>53</sup> I	(Kr) $5s^2 4d^{10} 5p^5$
<sup>85</sup> At	(Xe) $6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^5$

Cada uno de ellos tiene en su estado basal, una configuración electrónica externa:  $ns^2 np^5$ .

El flúor, cloro, bromo y yodo tienen la tendencia a aceptar un electrón para completar su última capa y formar aniones  $1^-$ ; fluoruro,  $F^-$ ; cloruro,  $Cl^-$ ; bromuro,  $Br^-$ . Los estados de oxidación posibles son: +1, +3, +5, +7 y -1, con excepción del flúor que sólo presenta -1.

Todos son químicamente reactivos, venenosos, corrosivos y agentes bactericidas.

El flúor es el elemento más reactivo, al igual que el oxígeno forma compuestos con cualquier otro elemento, excepto con el helio, neón y argón, es tan reactivo en su forma elemental que debe almacenarse en recipientes especiales debido a que corroe al vidrio. Se utiliza en la síntesis de compuestos clorofluorocarbonados, conocidos como freones y utilizados como refrigerantes en aparatos de aire acondicionado y refrigeradores. También se utiliza en la fabricación de teflones.

El cloro se utiliza en la potabilización del agua, en la fabricación de blanqueadores, insecticidas plásticos medicamentos, entre otros.

El bromo es un líquido de color rojo oscuro de olor desagradable y venenoso que se utiliza en la síntesis de compuestos como el bromuro de plata ( $AgBr$ ) y de potasio ( $KBr$ ).

El yodo se utiliza en la fabricación de tintura de yodo (de uso medicinal), yoduro de sodio ( $NaI$ ) utilizado en la sal yodatada.

El astato es un metaloide radiactivo sumamente inestable, tiene un tiempo de vida media de 7.5 horas.

### Los elementos del grupo 18: La familia de los gases nobles

A este grupo se le conoce como la familia de los **gases nobles o raros** (He, Ne, Ar, Kr, Xe y Rn).

En general presentan las siguientes propiedades:

#### Propiedades físicas

<sup>2</sup> He	$1s^2$
<sup>10</sup> Ne	(He) $2s^2 2p^6$
<sup>18</sup> Ar	(Ne) $3s^2 3p^6$
<sup>36</sup> Kr	(Ar) $4s^2 3d^{10} 4p^6$
<sup>54</sup> Xe	(Kr) $5s^2 4d^{10} 5p^6$
<sup>86</sup> Rn	(Xe) $6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6$

- Todos son gases monoatómicos extremadamente estables.
- Sus radios atómicos son más pequeños.
- Presentan las mayores energías de ionización

## Propiedades químicas

2 He	1s <sup>2</sup>
10 Ne	(He) 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup>
18 Ar	(Ne) 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup>
36 Kr	(Ar) 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>6</sup>
54 Xe	(Kr) 5s <sup>2</sup> 4d <sup>10</sup> 5p <sup>6</sup>
86 Rn	(Xe) 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6p <sup>6</sup>

Cada uno de ellos tiene en su estado basal, una configuración electrónica externa: **ns<sup>2</sup> np<sup>6</sup>**. Esta configuración no es válida para el helio, que sólo tiene dos electrones en su capa o nivel de valencia.

Presentan un estado de oxidación de cero. Alguna vez se les conoció como gases inertes porque se creía que tales elementos no podían reaccionar con otros. Lo cual es cierto para el helio, neón y argón.

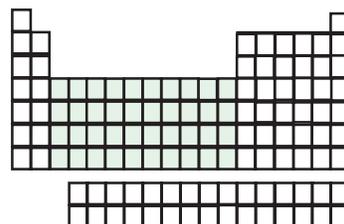
El helio es el más ligero de estos gases, por su baja densidad y nula reactividad se utiliza para inflar globos de juguete o regalo, aeroestáticos y neumáticos de grandes aviones. Se utiliza en la mezcla oxígeno-helio para tanques de buceo, debido a su baja solubilidad en la sangre.

El neón se utiliza en la fabricación de letreros luminosos, ya que al pasar una descarga eléctrica a baja presión produce una luz naranja rojiza.

Los fabricantes de partes automotrices están utilizando faros delanteros de xenón, los cuales son más brillantes que los faros normales.

## Características de los elementos de transición

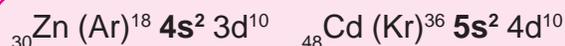
Los elementos correspondientes al subgrupo **B** se intercalan en la parte central de la tabla periódica, exactamente entre los grupos IIA y IIIA, a partir del cuarto periodo. A ellos se les denomina **elementos de transición**, y constan de 10 columnas verticales que van del grupo IIIB (3) al IIB (12); el grupo VIII B consta de una triada de columnas verticales (los grupos 8, 9 y 10).



Las estructuras electrónicas de los elementos del subgrupo **B**, se caracterizan por ser muy especiales, ya que, además de poseer electrones de valencia, se encuentran llenando el subnivel "d".

Se denominan metales de transición a aquellos elementos que poseen un subnivel **d** incompleto, o forman cationes con subniveles **d** incompletos.

De acuerdo a la definición anterior a los elementos del grupo 12, como el Zn, Cd y Hg no son elementos de transición, dado que éstos sólo utilizan los electrones de la capa externa para formar iones 2+. Ejemplos:



Al formar cationes los metales de transición pierden los primeros electrones **s** de la capa de valencia; después los electrones del subnivel **d** que se requieran para formar un ion en particular.

Dentro del subgrupo **B** se consideran también a los lantánidos y actínidos, que se localizan en la parte inferior de la tabla periódica y que corresponden al grupo IIIB (3). Ellos son todavía más especiales, puesto que se encuentran llenando un subnivel más interno: el subnivel *f*. Estos elementos se colocan fuera y abajo de la tabla, sólo por cuestiones de estética, si esto no se hiciera, la tabla periódica luciría tal como se observa en esta figura.

No hay reglas sencillas que permitan predecir la carga de un ion de un metal de transición, cada caso es particular.

Los elementos de transición presentan en general las siguientes características:

- Su configuración electrónica es  $ns^2 (n-1)d^{1-10}$
- Son muy duros y tenaces
- Son dúctiles y maleables
- Presentan elevada conductividad eléctrica y térmica
- Presentan elevados puntos de fusión
- Forman iones coloridos
- Pueden perder hasta 3 electrones para formar cationes monoatómicos
- Entre mayor sea el estado de oxidación de un elemento de transición, más covalentes serán sus compuestos.



3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
*	Ha	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg

## Características de los elementos de transición interna

Se denominan metales de transición interna a los elementos que se encuentran llenando gradualmente el subnivel *f*. Al conjunto de elementos que se encuentran llenando el **subnivel 4f**, se les conoce como **lantánidos**, por la similitud de sus propiedades con las del lantano, también se les conocía como **tierras raras**. Así mismo, los **actínidos** se encuentran llenando el **subnivel 5f** y sus propiedades son semejantes al actinio.

## Lantánidos

Esta familia está formada por los elementos Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb y Lu.

Sus principales características:

- Son metales blandos
- Son muy maleables
- Resistentes a la corrosión y al impacto
- Generalmente forman iones estables con carga 3<sup>+</sup>
- Forman iones coloridos

Los lantánidos han sido utilizados industrialmente mezclados con el hierro en la producción de piedras para encendedores. El europio se utiliza para producir el color rojo en los monitores de televisión. El samario se utiliza en la fabricación de imanes permanentes potentes. El neodimio, el holmio y el disprosio han permitido diseñar nuevas fuentes de rayos láser. El americio se utiliza en aparatos comerciales para detectar humo.

## Actínidos

Esta familia está formada por los elementos Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr.

El uranio y el plutonio son los elementos más conocidos. Se usan como fuentes de energía en reactores nucleares. La mayor parte de los actínidos no se encuentran en la naturaleza sino que han sido sintetizados en los laboratorios de física nuclear, a partir de otros elementos.

<b>Serie Lantánida</b>	La*	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
<b>Serie Actínida</b>	Ac*	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr



**Actividad 2.28** Escribe los nombres de los elementos lantánidos y actínidos.

La \_\_\_\_\_ Ce \_\_\_\_\_ Pr \_\_\_\_\_ Nd \_\_\_\_\_  
 Pm \_\_\_\_\_ Sm \_\_\_\_\_ Eu \_\_\_\_\_ Gd \_\_\_\_\_  
 Tb \_\_\_\_\_ Dy \_\_\_\_\_ Ho \_\_\_\_\_ Er \_\_\_\_\_  
 Tm \_\_\_\_\_ Yb \_\_\_\_\_ Lu \_\_\_\_\_ Ac \_\_\_\_\_  
 Th \_\_\_\_\_ Pa \_\_\_\_\_ U \_\_\_\_\_ Np \_\_\_\_\_  
 Pu \_\_\_\_\_ Am \_\_\_\_\_ Cm \_\_\_\_\_ Bk \_\_\_\_\_  
 Cf \_\_\_\_\_ Es \_\_\_\_\_ Fm \_\_\_\_\_ Md \_\_\_\_\_  
 No \_\_\_\_\_ Lr \_\_\_\_\_



**Actividad 2.29** En forma individual o colaborativa contesta las siguientes preguntas sobre los elementos representativos, de transición y transición interna.

- Estos dos elementos son líquidos en condiciones normales de temperatura y presión.  
a) Plata y nitrógeno    b) Mercurio y plata    c) Mercurio y bromo    d) Litio y galio
- Los elementos que son gases en condiciones normales de temperatura y presión pertenecen a los ...  
a) metales                      b) metaloides                      c) actínidos                      d) no metales
- ¿Qué par de elementos podría esperarse que tengan propiedades similares?  
a) F y Ne                      b) Mg y Ti                      c) Si y Ge                      d) Li y Fe
- Los gases nobles no son reactivos porque tienen los subniveles *s* y *p* llenos de ...  
a) electrones internos    b) neutrones    c) electrones externos    d) protones
- Del berilio al radio, podrías esperar que las reactividades de los elementos ...  
a) permanezcan iguales    b) se incrementen y disminuyan  
c) se incrementen                      d) disminuyan
- ¿Qué características permite a los átomos formar parte de un mismo grupo?  
a) Las propiedades físicas similares                      c) La misma masa atómica  
b) El mismo número de electrones de valencia    d) El mismo número de orbitales
- El plutonio y el americio son...  
a) metaloides                      b) no metales                      c) gases nobles                      d) actínidos
- Lantánidos y actínidos se conocen como...  
a) elementos de transición interna                      b) metaloides  
c) halógenos                      d) no metales
- ¿Cuál de las siguientes configuraciones electrónicas externas es típica de los elementos alcalinotérreos?  
a)  $ns^1$                       b)  $ns^2 np^2$                       c)  $ns^2 np^3$                       d)  $ns^2$
- A los elementos del bloque *d* se les conoce como...  
a) metales de transición                      b) metales alcalinos  
c) metales alcalinoterreos                      d) térreos
- Los halógenos son buenos desinfectantes, ¿cuál de los siguientes elementos es un halógeno?  
a) Cm                      b) Cl                      c) Cd                      d) Cr
- ¿Cómo se podría clasificar a un elemento que tiene una configuración electrónica  $[Kr] 5s^2 4d^{10} 5p^5$  ?  
a) Elemento representativo                      b) Metal de transición  
c) Metal alcalino                      d) Gases nobles

**13.** ¿Por qué el berilio y el bario son elementos del bloque **s**, si el Be tiene 4 electrones y el Ba tiene 56?

- a) Porque tienen configuraciones electrónicas idénticas
- b) Porque los bloques de elementos en la tabla periódica se basan sólo en los electrones de valencia.
- c) Porque el bloque s sólo incluye a los elementos más reactivos
- d) Todos los bloques contienen al menos un elemento de cada período

**14.** ¿A qué grupo de la tabla periódica se le conoce como metales alcalinotérreos?

- a) 17
- b) 2
- c) 1
- d) 18

**15.** Los elementos del grupo 13...

- a) son todos metales
- b) son todos sólidos a temperatura ambiente
- c) son los elementos más ligeros
- d) tienen 3 electrones de valencia

**16.** Los metales alcalinos al perder su electrón forman iones de carga...

- a) 2+
- b) 3+
- c) 1-
- d) 1+

**17.** ¿Qué elemento metálico es el más abundante de la corteza terrestre?

- a) K
- b) Na
- c) Al
- d) Ca

**18.** Los elementos del bloque **p** se encuentra formado por los grupos...

- a) 1 a 2
- b) 13 a 18
- c) 3 a 12
- d) 1 a 8

**19.** ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera para los metales alcalinos?

- a) Fácilmente pierden su electrón
- b) Son muy estables
- c) Son poco reactivos
- d) Ganan electrones

**20.** ¿Cuál elemento es el más abundante en el universo?

- a) O
- b) Li
- c) He
- d) H

**21.** ¿Cuál de los siguientes elementos fue el primer elemento traza que se demostró que es esencial en la nutrición humana?

- a) Al
- b) Fe
- c) Ni
- d) Zn

**22.** La mayoría de los elementos en el bloque **p** son...

- a) no metales
- b) líquidos
- c) metales
- d) metaloides

**23.** A continuación se muestran dos columnas, intenta relacionarlas:

a) Oxígeno, O <sub>2</sub>	( ) Combustible
b) Nitrógeno, N <sub>2</sub>	( ) Comburente
c) Hidrógeno, H <sub>2</sub>	( ) Muy poco reactivo

**24.** Los elementos que se encuentran a la izquierda y al centro de la tabla periódica son...

- a) no metales
- b) metales
- c) metaloides
- d) gases nobles

25. Los periodos en la tabla periódica son...
- a) filas horizontales                      b) diagonales  
c) columnas verticales                    d) columnas diagonales
26. ¿Cuántos electrones de valencia tiene un átomo de magnesio?
- a) 4                      b) 3                      c) 2                      d) 1
27. Este elemento se encuentra en el segundo periodo y tiene 4 electrones externos...
- a) Ne                      b) O                      c) Be                      d) C
28. El total de electrones en orbitales tipo **s**, en un átomo de germanio es:
- a) 8                      b) 15                      c) 6                      d) 18
29. Un elemento con configuración electrónica externa **ns<sup>2</sup>np<sup>4</sup>**, podría ser:
- a) Se                      b) Pb                      c) Mo                      d) Zn
30. ¿Cuál es el símbolo del elemento que tiene la siguiente configuración electrónica?  
 $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^2 3s^2 3p_x^2 3p_y^2 3p_z^1$
- a) Si                      b) S                      c) P                      d) Cl
31. Cuando los halógenos reaccionan con los metales tienden a...
- a) perder un electrón                      b) compartir electrones  
c) ganar un electrón                      d) aportar un par de electrones
32. Son metales que tienen el subnivel **d** incompleto.
- a) Metales alcalinos                      b) Metales de transición  
c) Metales de transición interna                      d) Metales alcalinotérreos
33. Se caracterizan por su conductividad eléctrica, su maleabilidad y su ductibilidad.
- a) Metaloides                      b) No metales                      c) Metales                      d) Halógenos
34. Elemento metálico que posee temperatura de fusión baja, de forma tal que puede fundirse a la temperatura de la mano.
- a) Mercurio                      b) Galio                      c) Potasio                      d) Sodio
35. Elemento muy utilizado en tubos de descarga, para la fabricación de anuncios luminosos rojo-naranja, de algunos establecimientos.
- a) Plata                      b) Hidrógeno                      c) Neón                      d) Xenón
36. En la tabla periódica, el número que nos indica el nivel más externo de energía se denomina:
- a) Número de grupo                      b) Número de familia  
c) Número de período                      d) Número de oxidación
37. Los elementos de este grupo son no metales y generalmente existen como moléculas diatómicas en su estado elemental; muestran gran similitud química entre ellos y son muy reactivos a temperatura ambiente.
- a) Grupo VIA                      b) Familia del nitrógeno                      c) Grupo IVA                      d) Halógenos

38. ¿Cuál de los siguientes elementos es el menos reactivo químicamente?

- a) O<sub>2</sub>      b) Cl<sub>2</sub>      c) Na      d) F<sub>2</sub>      e) Xe

39. ¿Qué elementos son constituyentes de las proteínas?

- a) C, Zn, H, O, P      b) C, H, O, N, S      c) C, Fe, Zn, I      d) C, O, Tc, N

40. La siguiente configuración electrónica:  $[54\text{Xe}] 6s^2 4f^2$  pertenece a un elemento que está dentro de los conocidos como:

- a) Metales de transición      b) Metales alcalinotérreos  
c) Metales de transición interna      d) Metales alcalinos

41. Con base en su configuración electrónica o electrón diferencial, actualmente, la tabla periódica se divide para su estudio en:

- a) 3 bloques      b) 4 bloques      c) 2 bloques      d) 1 bloque

42. ¿A qué grupo pertenece el elemento cuya configuración electrónica es:  $1s^2 2s^2 2p^5$ ?

- a) IIA      b) VA      c) VIIA      d) IIIA

43. ¿A qué bloque pertenece el elemento con número atómico  $Z = 11$ ?

- a) p      b) d      c) s      d) f

44. A estos bloques pertenecen los elementos que se encuentran en los grupos A.

- a) Bloque s y d      b) Bloque d y f      c) Bloque s-p      d) Bloque f y d

45. Elemento que se presenta en la naturaleza en dos formas cristalinas alotrópicas: diamante y grafito.

- a) S      b) Se      c) C      d) Cl

46. Es un sólido de color amarillo con números de oxidación; -2, +2, +4 y +6 y su configuración electrónica es:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

- a) N      b) S      c) Se      d) P

47. El calcio es a los alcalinotérreos, lo que el potasio es a los...

- a) térreos      b) alcalinos  
c) halógenos      d) calcógenos

48. El elemento del grupo 18 que en estado natural se encuentra como un sólido.

- a) He      b) Ne  
c) Kr      e) Ninguno de los anteriores

49. El número de oxidación del nitrógeno en estado libre es:

- a) +1      b) +2      c) +5      d) cero

50. ¿Cuáles de los siguientes elementos son metales de transición?

- a) In      b) Tl      c) Ca      d) He      e) Ti      f) Sc      g) Ce      h) Na      i) Fe

51. ¿Cuáles de los siguientes elementos son gases a temperatura ambiente?

- a) Ne      b) S      c) B      d) Cl      e) Br      f) H      g) N      h) Na      i) O

## 2.9 Propiedades periódicas

Se denominan propiedades periódicas a aquellas propiedades que varían en forma regular a lo largo de un periodo o de un grupo. Algunas de estas propiedades son las siguientes: tamaño atómico, potencial de ionización, afinidad electrónica y electronegatividad.

### Tamaño atómico

El tamaño atómico se puede definir como la distancia que hay del núcleo de un átomo hacia su electrón más lejano.

Este tamaño está determinado por la fuerza con la que el núcleo atómico es capaz de atraer hacia sí los electrones más externos.

Sin embargo, desde el modelo de la mecánica cuántica, el átomo no tiene límites claramente definidos que determinen su tamaño. Por tanto, no tiene sentido hablar de un radio bien definido para un átomo aislado.

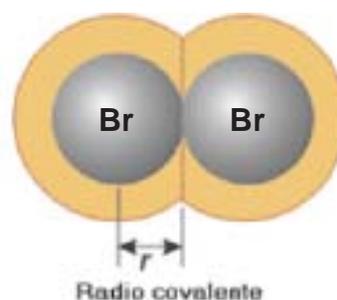
Ahora bien, el tamaño de un átomo puede variar dependiendo del entorno que lo rodea, es decir, de los átomos a los cuáles está unido. Así, el tamaño atómico varía dependiendo del tipo de enlace químico presente.

### Radio covalente

Cuando se unen dos átomos del mismo elemento, el radio atómico se define como la mitad de la distancia entre los dos núcleos.

#### Ejemplos:

La distancia internuclear en el enlace **Br-Br** en la molécula  $\text{Br}_2$ , es 228.6 pm. Así, podemos decir que el radio atómico del Br es de 114.3 pm



La distancia internuclear en el enlace **C-C**, del diamante es 154 pm. Así, podemos decir que el radio atómico del C es de 77 pm.

Si el carbono y el bromo se unen, **C-Br**, la distancia de enlace entre ellos debe ser:

$$114\text{pm} + 77\text{pm} = 191 \text{ pm}$$

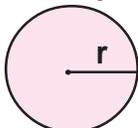
Los datos obtenidos de manera indirecta, no difieren mucho de los datos obtenidos experimentalmente. Al graficar los radios atómicos con respecto al número atómico, se han encontrado las siguientes tendencias periódicas.

1. Dentro de un grupo de la tabla periódica, el radio atómico aumenta de arriba hacia abajo, debido a que aumentan los niveles de energía y por consiguiente la distancia del núcleo hacia los electrones externos.

- En un periodo, el radio atómico disminuye de izquierda a derecha. Esto se debe a que al recorrer un periodo se mantiene constante el número de electrones internos, mientras que el número de electrones externos aumenta y provoca que se incremente la carga nuclear efectiva y disminuya el tamaño.
- El tamaño de un catión, o ion positivo, es menor que el del átomo neutro correspondiente. Esto se debe a que aumenta la carga positiva sobre el núcleo, y los electrones son más fuertemente atraídos.

Ejemplos:

$$r_{\text{Na}} = 191 \text{ pm}$$



$$\text{pero } r_{\text{Na}^+} = 116 \text{ pm}$$

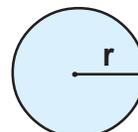


- El tamaño de un anión, o ion negativo, es mayor que el del átomo neutro correspondiente. Esto se debe a que aumenta la repulsión entre los electrones de la capa externa y el electrón extra.

$$r_{\text{F}} = 71 \text{ pm}$$



$$\text{pero } r_{\text{F}^-} = 119 \text{ pm}$$



En la siguiente tabla se muestra la variación del tamaño atómico en la tabla periódica.

		Disminuye →												
												18		
												VIII A		
												He 31		
												Ne 71		
												Ar 98		
												Kr 112		
												Xe 131		
												Rn 140		
1	IA	H 78											IIA	
2	Li 152	Be 112												
3	Na 154	Mg 160												
4	K 227	Ca 174												
5	Rb 248	Sr 215												
6	Cs 265	Ba 217												
7	Fr 270	Ra 223												

Radios atómicos medidos en picómetros.

## Energía de Ionización

Otra propiedad periódica muy importante para entender las propiedades químicas de los elementos es la **energía de ionización**, la cual se define como:

*La energía necesaria para eliminar un electrón de un átomo neutro en estado gaseoso y formar un ion positivo.*

Al adicionar energía al átomo, provoca que el electrón más externo se mueva hacia niveles de energía más alejados del núcleo. Es posible que este electrón por encontrarse débilmente unido al átomo, sea el primero en perderse, formándose así un **catión** o ion positivo.



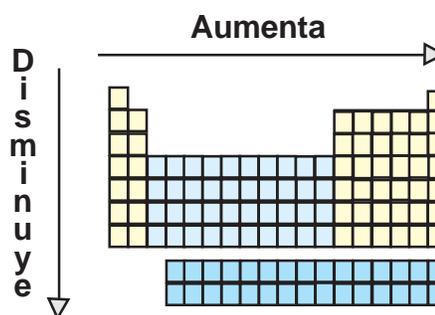
La facilidad con la cual los átomos pierden electrones, coincide con las propiedades químicas de los elementos. Al graficar las primeras energías de ionización de los elementos con respecto al número atómico, se han encontrado las siguientes tendencias periódicas.

1. Al recorrer de arriba hacia abajo un grupo de la tabla periódica, la energía de ionización disminuye. Esto se explica, debido a que el átomo aumenta de tamaño y por consiguiente, la distancia del núcleo hacia los electrones externos aumenta, provocando la fácil eliminación del electrón.
2. Al recorrer un periodo de izquierda a derecha la energía de ionización aumenta. Esto se explica por el aumento de carga nuclear efectiva que provoca que el tamaño disminuya haciendo más difícil eliminar un electrón.

### Energías de ionización( $I_1$ ) en KJ/mol

En un periodo		En una familia o grupo	
Símbolo	$I_1$	Símbolo	$I_1$
Li	520	Li	520
Be	899	Na	496
B	801	K	419
C	086	Rb	403
N	1402	Cs	376
O	1134		
F	1681		
Ne	2081		

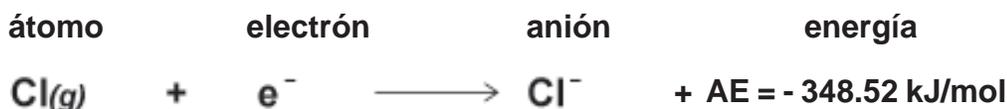
### Variación de la energía de ionización en la tabla periódica



**¿Sabías qué ...** la carga nuclear efectiva es la carga que realmente experimenta un electrón dado, en un átomo polieletrónico, la cual es modificada por la presencia de los electrones internos, ya que estos reducen la atracción electrostática entre los protones del núcleo y los electrones externos, es decir sirven de apantallamiento.

## Afinidad electrónica

La afinidad electrónica se define como la energía que se libera o se absorbe cuando un átomo neutro en estado gaseoso gana un electrón para formar un ion negativo (anión).



Tanto el potencial de ionización como la afinidad electrónica se ven afectadas por el tamaño atómico.

Entre mayor sea la afinidad electrónica de un elemento, mayor será su tendencia a ganar electrones, así:

Los no metales, al tener alta afinidad electrónica y alto potencial de ionización, su tendencia es a ganar electrones. Así mismo, los metales al presentar baja afinidad electrónica y bajo potencial de ionización, su tendencia es a perder electrones.

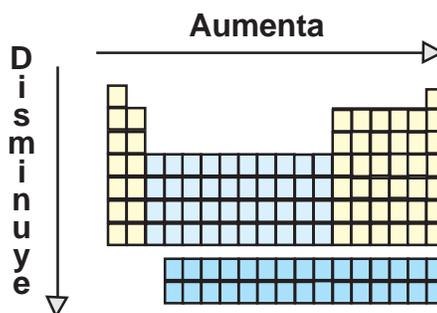
Al graficar las afinidades electrónicas de los elementos con respecto al número atómico, se han encontrado las siguientes tendencias periódicas.

1. Al recorrer de arriba hacia abajo un grupo de la tabla periódica, la afinidad electrónica disminuye. Esto se explica, debido a que el átomo aumenta de tamaño y por consiguiente, la distancia del núcleo hacia los electrones externos aumenta, provocando la fácil eliminación del electrón y dificultando la ganancia de electrones.

Esto explica por qué en los grupos del 13 al 18 los elementos que se encuentran en la parte baja del grupo tienen ciertas características metálicas.

2. Al recorrer un periodo de izquierda a derecha la afinidad electrónica aumenta. Esto se explica, por el aumento de carga nuclear efectiva que provoca que el tamaño disminuya, haciendo más difícil eliminar un electrón y facilitando la ganancia de electrones.

Variación de la afinidad electrónica en la tabla periódica



## Electronegatividad

La electronegatividad se define como la medida de la capacidad que tiene un átomo en una molécula, para atraer hacia sí los electrones del enlace.

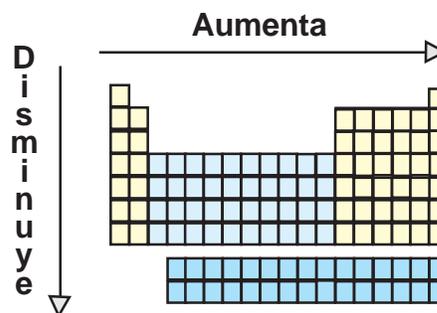
La electronegatividad al igual que la afinidad electrónica, aumenta de izquierda a derecha y de abajo hacia arriba. De forma tal, que el elemento más electronegativo es el flúor y el menos electronegativo es el francio.

La electronegatividad es una propiedad molecular que se manifiesta cuando los átomos se encuentran unidos y es importante para predecir el tipo de enlace formado, por ello, la abordaremos en la siguiente unidad.

Los átomos de los elementos más electronegativos son los que ejercen mayor atracción sobre los electrones compartidos en un enlace covalente.

Linus Pauling fue el primero en idear una escala numérica de electronegatividades y asignó un valor de 4.0 al flúor como el elemento más electronegativo.

Variación de la electronegatividad en la tabla periódica



**Actividad 2.30** En forma individual o colaborativa contesta las siguientes preguntas sobre las propiedades periódicas.

1. ¿Qué propiedades periódicas aumentan al recorrer un grupo de arriba hacia abajo en la tabla periódica?

- a) El carácter metálico y la electronegatividad
- b) El potencial de ionización y el carácter metálico
- c) El carácter no metálico y el potencial de ionización
- d) La electronegatividad y la afinidad electrónica
- e) Ninguna de las anteriores

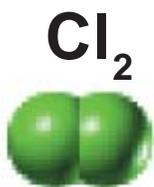
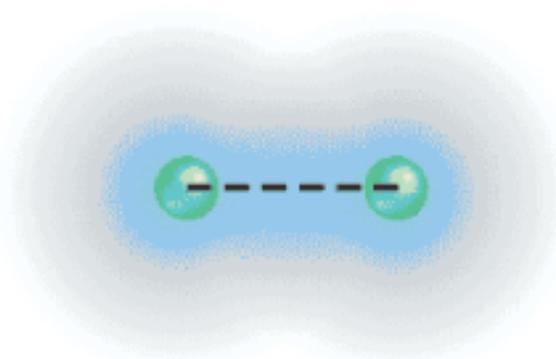
2. ¿Qué propiedades periódicas aumentan al desplazarnos en un periodo de izquierda a derecha en la tabla periódica?

- a) La electronegatividad y el tamaño atómico
- b) El radio atómico y el radio iónico

- c) El carácter metálico y la afinidad electrónica  
d) Potencial de ionización y electronegatividad  
e) Ninguna de las anteriores
3. En la tabla periódica, el tamaño atómico tiende a aumentar hacia la...  
a) derecha y hacia arriba    b) derecha y hacia abajo  
c) izquierda y hacia arriba    d) izquierda y hacia abajo
4. Triada de elementos con menor energía de ionización:  
a) Ne, Cl, F    b) S, C, O    c) Li, Na, K    d) He, Ne, Ar
5. El tamaño de los átomos aumenta cuando...  
a) se incrementa el número de período    b) disminuye el número de período  
c) se incrementa el número de grupo    d) disminuye el número de bloque  
e) ninguna de las anteriores
6. El radio atómico es la distancia que hay del núcleo de un átomo a su electrón más lejano  
¿Cómo varía esta propiedad atómica en los elementos de la tabla periódica?  
a) Disminuye conforme nos desplazamos de izquierda a derecha a lo largo de un período  
b) Aumenta conforme nos desplazamos de arriba hacia abajo a lo largo de un grupo  
c) Aumenta conforme nos desplazamos de derecha a izquierda a lo largo de un período  
d) Todos son correctos
7. La energía de ionización del elemento yodo con respecto al calcio, es...  
a) mayor    b) menor    c) igual    d) proporcional
8. ¿Cuál elemento tiene la primera energía de ionización más baja?  
a) Na    b) Cs    c) Li    d) K
9. ¿Cuál de los siguientes elementos tiene la más alta afinidad electrónica?  
a) Cl    b) Br    c) F    d) I
10. ¿Qué familia de elementos en la tabla periódica tienen los mayores tamaños atómicos?  
a) 1    b) 2    c) 3    d) 4
11. ¿Qué familia de elementos en la tabla periódica tienen las mayores electronegatividades?  
a) Metales alcalinos    b) Gases nobles    c) Halógenos    d) Calcógenos
12. ¿Qué elemento de la tabla periódica tiene el más alto valor de electronegatividad?  
a) P    b) S    c) Cl    d) F
13. ¿Qué familia de elementos tiene las primeras energías de ionización más altas?  
a) Metales alcalinos    b) Gases nobles    c) Halógenos    d) Calcógenos
14. Con la información que ya posees acerca del tamaño atómico, compara el tamaño de un átomo de oxígeno, con el del ion óxido,  $O^{2-}$ .  
a) Será menor    b) Será mayor    c) Será igual    d) Ninguna es correcta

# Unidad temática III

## Enlace químico y Nomenclatura





# Enlace químico y nomenclatura

## Propósito de la unidad

Comprender los diferentes modelos de enlace para explicar la forma como se unen e interaccionan los átomos, moléculas e iones a nivel submicroscópico, que nos permitan comprender las propiedades físicas y químicas de las sustancias en el nivel macroscópico, así como, el uso del nivel simbólico para escribir fórmulas y dar nombre a las diferentes sustancias inorgánicas.

## Introducción



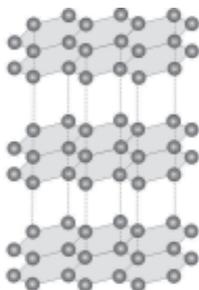
átomos de platino

El mundo material que nos rodea está formado por elementos, compuestos y mezclas. Si observas a tu alrededor te darás cuenta que las rocas, la tierra, los árboles, las nubes, los seres humanos, etc. son mezclas complejas de elementos y compuestos químicos en los que necesariamente hay distintos tipos de átomos enlazados entre sí.

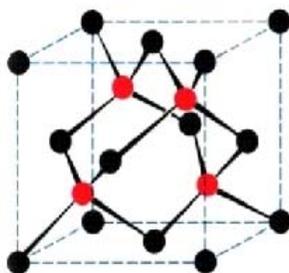
Uno de los aspectos más relevantes de la química es la búsqueda de explicaciones del cómo y el por qué se unen los átomos.

La forma en que los átomos se enlazan ejerce un efecto profundo sobre las propiedades físicas y químicas de las sustancias.

Un ejemplo de ello lo encontramos en el grafito y el diamante, los cuales son alótropos del carbono. El grafito es un material suave, resbaloso y quebradizo, que se emplea como lubricante de cerradura y para escritura. El diamante es uno de los materiales más duros que se conoce, valioso como piedra preciosa y utilizado para fabricar herramientas de corte industrial. Entonces, te preguntarás ¿Por qué estos materiales formados únicamente por átomos de carbono presentan propiedades tan diferentes?



Grafito



Diamante

La respuesta se encuentra en las distintas formas en que los átomos de carbono se enlazan entre sí. En el grafito los átomos de carbono, forman capas de forma hexagonal, que al deslizarse sobre una hoja de papel van quedando sobre la superficie, en cambio en el diamante, éstos mismos átomos se unen formando estructuras tetraédricas mucho más rígidas.

En las unidades anteriores hemos tenido la oportunidad de aprender los conceptos básicos de la química, además se ha estudiado al átomo y su estructura, pero no hemos analizado cuál es la forma en que se unen para formar moléculas y qué fuerzas son las que los mantienen unidos.

### 3.1 Enlace químico y electrones de valencia

En esta unidad nos enfocaremos a conocer a nivel submicroscópico la forma en que interaccionan los átomos e iones para comprender a nivel macroscópico, algunas de las propiedades físicas y químicas de las sustancias.

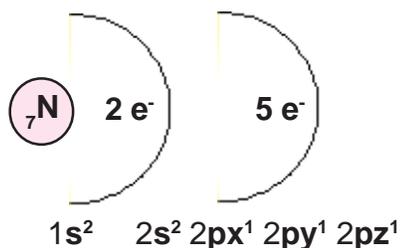
**El enlace químico** se define como la fuerza de atracción que mantiene unidos a los átomos, moléculas e iones, la cual siempre es de naturaleza eléctrica.

El enlace químico también puede definirse como las distintas formas como se unen químicamente, los átomos e iones entre sí, para formar moléculas o grandes entramados de millones de átomos e iones llamadas redes cristalinas.

Existen varios tipos de enlaces químicos: iónicos, covalentes (simple, doble, triple, coordinado), metálicos, así como las interacciones que se dan entre las moléculas (enlace puente de hidrógeno y fuerzas de van der Waals), los cuales abordaremos un poco más adelante.

#### Electrones de valencia

A los electrones externos de un átomo se les conoce como **electrones de valencia**. Estos juegan un papel muy importante en la formación de los enlaces químicos entre los átomos e iones y son los responsables de las propiedades químicas.



Si analizamos la configuración electrónica del átomo de nitrógeno ( ${}_7\text{N}$ ), en ella se puede observar, que en el último nivel de energía se encuentran 5 electrones externos (electrones de valencia)

El término **valencia** se deriva del latín «valere» que significa, «ser fuerte» o tener capacidad y valentía.

Debemos a **Edward Frankland** el concepto de «**poder de combinación**», que luego derivó en el de «**valencia**». Frankland encontró que átomos como N, P, As y Sb se combinaban con radicales orgánicos en las relaciones 1:3 y 1:5, mientras que Zn, Hg y O lo hacían en la relación 1:2. Con lo que concluyó:

*... independientemente de cuál pueda ser el carácter de los átomos que se unen con otro dado, el poder de combinación del elemento atractivo se satisface siempre con el mismo número de aquellos átomos.* E. Frankland, 1852.

Habría que recordar en buena medida que la sistematización del trabajo de Mendeleiev en 1869, se debió al uso de la valencia de los elementos, ya que el uso del peso atómico como único factor de clasificación le impedía ordenar algunos elementos. La valencia de los elementos pudo ser entendida por los químicos, hasta que se avanzó en el conocimiento de la estructura del átomo.

La **valencia** de un átomo se definió originalmente como el número de átomos de hidrógeno que se pueden combinar con un átomo de un elemento dado. Así, la valencia del oxígeno en la molécula de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) es 2; y en el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), la valencia del nitrógeno es 3.



## Fórmulas químicas

Una fórmula química se usa para expresar la composición cualitativa y cuantitativa de las moléculas o las unidades fórmula que constituyen una sustancia molecular o reticular respectivamente.

A continuación veamos algunos ejemplos.

CaO	NH <sub>4</sub> Cl	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Mg(OH) <sub>2</sub>	AlH <sub>3</sub>
Óxido de calcio	Cloruro de amonio	Fosfato de calcio	Hidróxido de magnesio	Hidruro de aluminio

## Características de una fórmula química

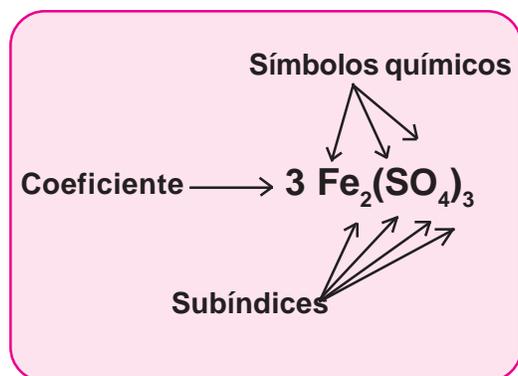
Una fórmula química está constituida por símbolos químicos, subíndices y coeficientes.

Los **símbolos químicos** representan macroscópicamente el tipo de elementos presentes en el compuesto y submicroscópicamente el tipo de átomos en la molécula o unidad fórmula.

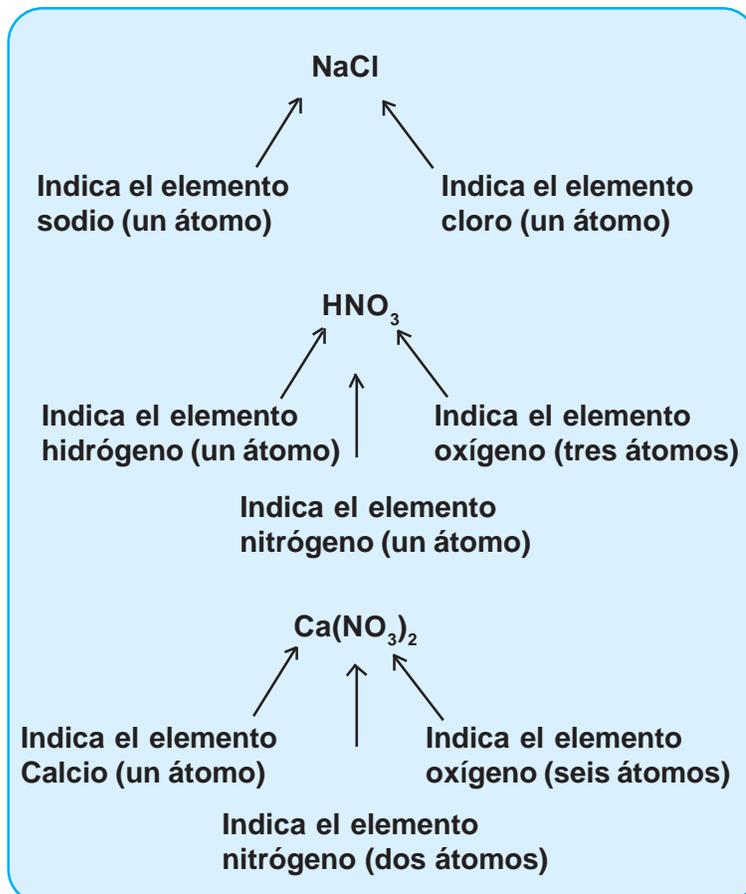
Los **subíndices** representan el número de átomos de esos elementos presentes en el compuesto o el número relativo de iones en una celda unitaria de un compuesto iónico. Se escriben siempre en la parte inferior derecha del símbolo químico.

Los **coeficientes** indican el número de moléculas o unidades fórmula; así como también el número de moles presentes de la sustancia.

Por ejemplo:



Para escribir una fórmula química se requiere conocer los números de oxidación de los elementos que participan en la formación del compuesto, pues al cruzar los valores numéricos sin los signos positivos y negativos, estos pasan a formar los subíndices en la fórmula. La suma de las cargas del catión y el anión en cada unidad fórmula deben sumar cero para ser eléctricamente neutros.



## 3.2 Estructuras de Lewis y regla del octeto

### Estructuras de Lewis

En 1913, Gilbert Newton Lewis propuso una representación pictórica para los electrones de valencia, en la que utilizó puntos, círculos o cruces, con la finalidad de explicar didácticamente, la forma cómo se transfieren o comparten los electrones cuando los átomos se unen.

En las estructuras de Lewis para los elementos representativos, el símbolo del elemento, representa el kernel del átomo (capas internas) y los electrones externos o de valencia se representan mediante puntos, cruces o círculos.



**Actividad 3.1** En forma individual completa las estructuras de Lewis para los elementos representativos.

1	2	13	14	15	16	17	18
H•							•He•
Li•			•C• •				
	•Mg•				•S• •		
				•As• •			
						•I• •	
		•Ti• •					

Al escribir estructuras de Lewis para iones monoatómicos, se toma en cuenta lo siguiente: por cada carga positiva que posea el catión, se le restará un punto del total que posea en forma neutra, y por cada carga negativa que posea el anión se le adicionará un punto alrededor del símbolo del elemento.

Estructura de Lewis  
para el átomo de sodio



Estructura de Lewis  
para el ion sodio







**Actividad 3.2** En forma individual contesta las siguientes preguntas exploratorias sobre enlace químico.

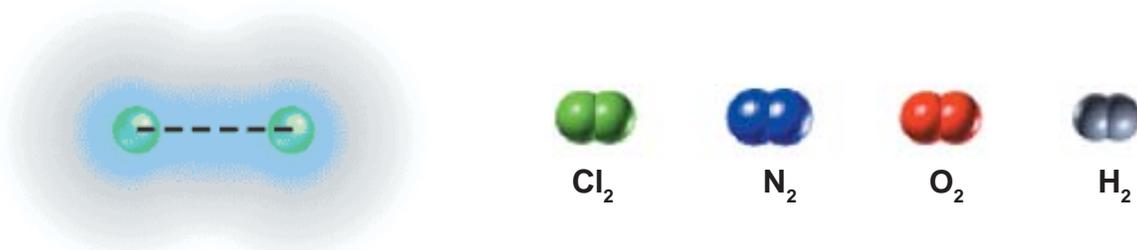
1. En una fórmula química, el número que indica los átomos presentes en una molécula o en una celda unitaria se denomina:
  - a) Número de oxidación
  - b) Superíndices
  - c) Subíndices
  - d) Números atómicos
2. Un grupo de átomos que actúan juntos, como si fueran un sólo átomo cargado, es un...
  - a) ion poliatómico
  - b) ion negativo
  - c) molécula
  - d) cristal
3. Un enlace químico que se presenta cuando los átomos comparten electrones entre sí se denomina:
  - a) Iónico
  - b) Covalente
  - c) Metálico
  - d) Magnético
4. El nombre que antiguamente se daba a la capacidad de combinación de un átomo es:
  - a) Número de masa
  - b) Número atómico
  - c) Número de oxidación
  - d) Valencia
5. De acuerdo a la teoría de Kossel y Lewis, ¿cuántos electrones se necesitan en los niveles de energía más externos de la mayoría de los átomos, para que sean químicamente estables?
  - a) 2
  - b) 4
  - c) 6
  - d) 8
6. ¿Qué nombre recibe el compuesto binario que se forma al reaccionar el litio y el cloro?
  - a) Cloruro de litio
  - b) Clorato de litio
  - c) Clorito de litio
  - d) Perclorato de litio
7. ¿Qué tipo de enlace químico se forma cuando los electrones se transfieren de un átomo a otro?
  - a) Iónico
  - b) Covalente
  - c) Magnético
  - d) Metálico
8. ¿Por qué los gases nobles no forman compuestos fácilmente? porque...
  - a) no tienen ningún electrón externo
  - b) tienen niveles de energía externos vacíos
  - c) tienen 7 electrones en sus niveles de energía externos
  - d) los subniveles *s* y *p* están llenos



## Enlace covalente no polar

Se dice que un enlace covalente es no polar cuando la diferencia de electronegatividad entre los dos átomos unidos es cero.

Un ejemplo de ello, son las moléculas homonucleares:  $I_2$ ,  $Br_2$ ,  $Cl_2$ ,  $F_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2$ .



**Molécula homonuclear:** Partícula formada por átomos del mismo elemento

## Enlace covalente polar

Se dice que un enlace covalente es polar, cuando al unirse átomos diferentes, la diferencia de electronegatividad es mayor de cero y menor de 1.9.

Un ejemplo de ello, son las moléculas heteronucleares:  $H_2O$ ,  $HCl$ ,  $NH_3$ ,  $HBr$ ,  $CH_4$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,



**Molécula heteronuclear:** Partícula formada por átomos de diferentes elementos

En este tipo de enlace el par de electrones compartido queda más cerca del átomo más electronegativo, originándose así un *dipolo*, esto es, el átomo más electronegativo quedará con una carga parcial negativa ( $\delta^-$ ) y el átomo menos electronegativo quedará con una carga parcial positiva ( $\delta^+$ ).



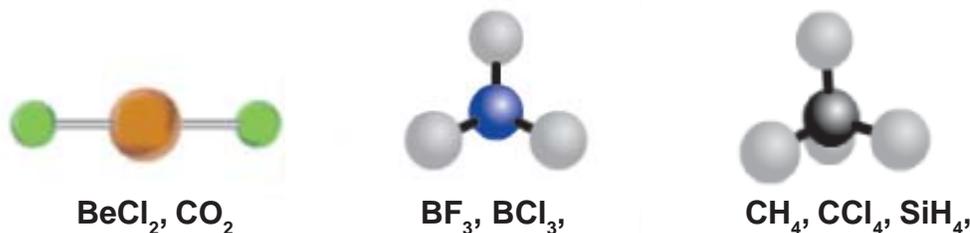
**Dipolo eléctrico:** Sistema de dos cargas de signo opuesto e igual magnitud cercanas entre sí.

## ¿Cómo determinar si una molécula es polar o no polar?

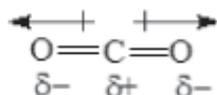
Para predecir si una molécula es polar o no, necesitamos considerar su geometría molecular y si la molécula tiene o no enlaces polares.

Una **molécula** será **no polar** si satisface todas las condiciones siguientes:

- Si todos los átomos (o grupos) terminales son iguales,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{BeCl}_2$ .
- Si todos los átomos (o grupos) terminales están dispuestos simétricamente alrededor del átomo central, **A**, en la disposición geométrica que se muestra en la siguiente figura.

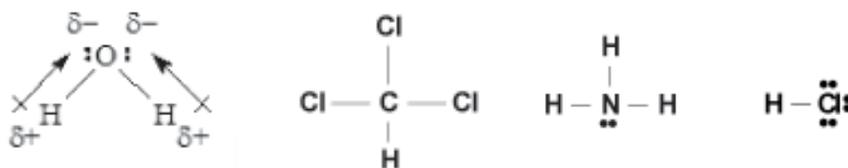


- Si los átomos (o grupos) terminales tienen las mismas cargas parciales.



Una **molécula** es **polar** si cumple con cualquiera de las condiciones siguientes:

- Si uno o más átomos terminales son diferentes de los otros:  $\text{CHCl}_3$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{HCl}$ , etc.
- Si los átomos terminales no están dispuestos simétricamente:  $\text{H}_2\text{O}$ , etc.
- Si posee pares de electrones libres,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,



## Enlace covalente simple

Otra forma de clasificar a los enlaces covalentes es tomar en cuenta el número de pares de electrones compartidos entre los átomos..

**Enlace covalente simple o sencillo:** Enlace formado por la unión de dos átomos de elementos no metálicos al compartir un par de electrones entre ellos, donde cada átomo aporta un electrón.

Algunos ejemplos de moléculas con enlaces covalentes simples o sencillos:  $\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{PCl}_3$ ,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{NF}_3$ ,

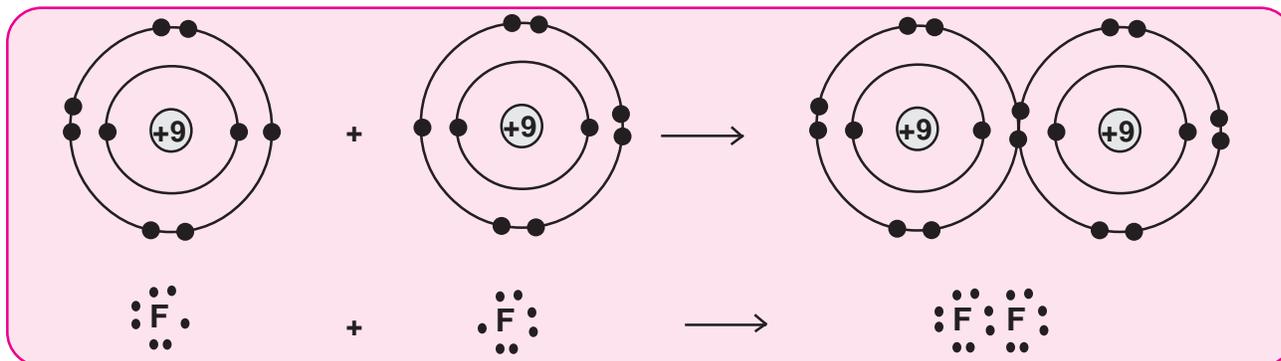
Al enlace covalente simple también se le conoce como enlace sigma ( $\sigma$ ) y es el primer enlace que se forma entre dos átomos.

## Modelo del enlace covalente

La formación del enlace covalente se puede ilustrar utilizando los modelos de Bohr o las estructuras de Lewis.

### Molécula de flúor, $F_2$

Un ejemplo de enlace covalente simple, es el que se forma cuando se unen los átomos de flúor para formar la molécula de flúor ( $F_2$ ). En ella, cada átomo de flúor completa su nivel de valencia compartiendo mutuamente su electrón desapareado.

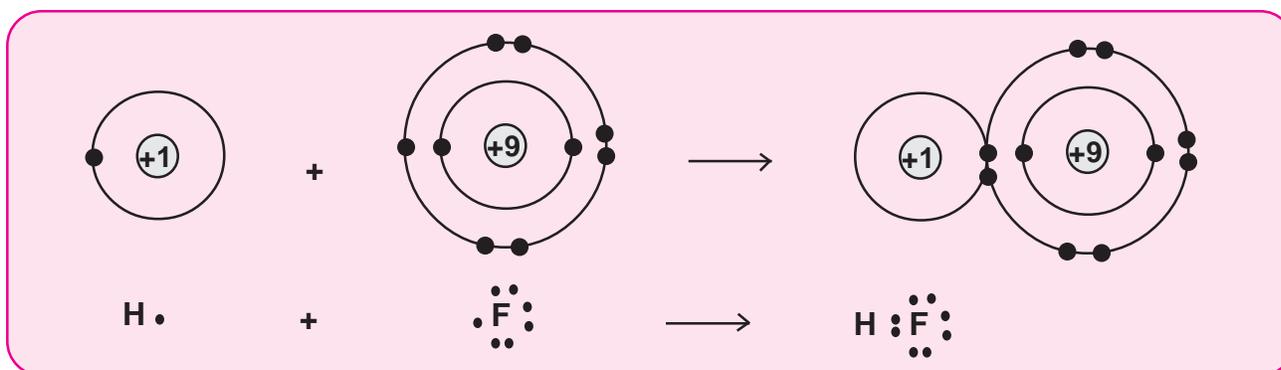


El par electrónico de enlace se muestra como un par de puntos entre los dos átomos de flúor, pero con frecuencia se utiliza un guión para representarlo. En la molécula de  $F_2$ , puede representarse como  $F - F$ .

**¿Sabías qué ...** el flúor es un gas de color amarillo pálido, más denso que el aire, corrosivo y de olor penetrante e irritante, sumamente tóxico y el no metal más reactivo?

### Fluoruro de hidrógeno, HF

El hidrógeno y el flúor reaccionan formando un gas incoloro llamado fluoruro de hidrógeno. Tanto el hidrógeno como el flúor necesitan un electrón para alcanzar configuración de gas noble, así que comparten un par de electrones y forman un enlace covalente simple. Esta reacción es muy explosiva y se puede representar como:



**¿Sabías qué ...** el fluoruro de hidrógeno es sumamente corrosivo y debe conservarse en recipientes de plomo, acero o recipientes plásticos. El fluoruro de hidrógeno ataca al vidrio, por lo que se utiliza en el grabado del mismo, en termómetros, cristalería y cerámica.

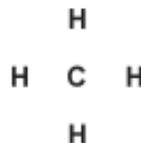


**Actividad 3.3** Utiliza las estructuras de Lewis para mostrar la formación de enlaces covalentes simples entre los siguientes átomos.

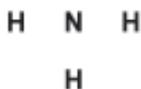
a) Dos átomos de cloro



b) Cuatro átomos de hidrógeno y un átomo de carb



c) Tres átomos de hidrógeno y un átomo de nitrógeno



d) Dos átomos de hidrógeno y un átomo de azufre



e) Dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno



d) Un átomo de hidrógeno y un átomo de bromo



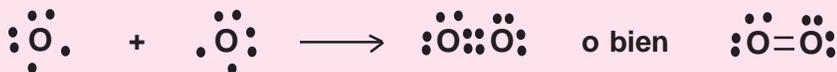
## Enlace covalente doble

**El enlace covalente doble**, es el enlace que se forma por la unión de dos átomos de elementos no metálicos al compartir dos pares de electrones entre ellos, donde cada átomo aporta dos electrones.

El enlace covalente doble es el segundo enlace que se forma entre dos átomos y se conoce también como enlace pi ( $\pi$ ).

## Molécula de oxígeno, $\text{O}_2$

La formación de la molécula de oxígeno es un ejemplo de ello, cada átomo aporta dos electrones para completar su octeto.



## Molécula de dióxido de carbono, $\text{CO}_2$

En la formación de la molécula de dióxido de carbono, el átomo de carbono comparte dos pares de electrones con cada átomo de oxígeno.



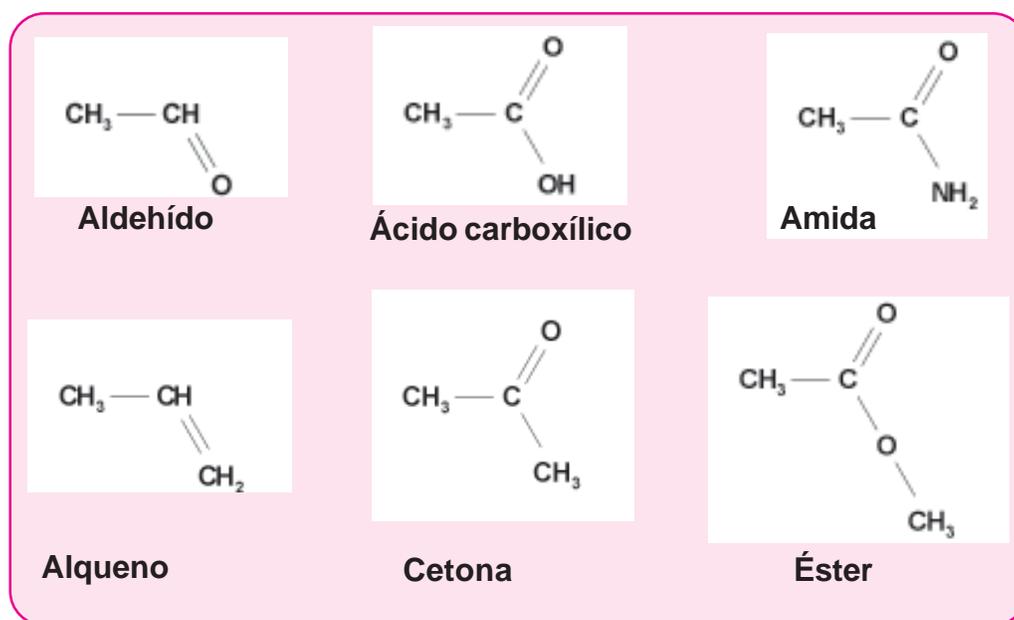
La teoría enlace valencia nos permite correlacionar el número de enlaces covalentes que puede formar un átomo de un elemento con su posición en la tabla periódica. Por ejemplo, los halógenos poseen 7 electrones de valencia, pero sólo uno de ellos queda desapareado al construir sus estructuras de Lewis. La teoría enlace valencia nos dice que el número de enlaces covalentes que puede formar un átomo, depende del número de electrones desapareados que posee, por tanto, los halógenos sólo pueden formar un enlace covalente simple.

¿De los átomos de los elementos, B, C, Si, N, P, O y S, cuáles consideras que pueden formar enlaces covalentes dobles?

Existen muchos compuestos del carbono que poseen enlaces covalentes dobles como los aldehídos, las cetonas, los ácidos carboxílicos, los ésteres, las amidas y en todos ellos aparece el enlace **C=O**, asimismo en los alquenos donde aparece el enlace **C=C**.

IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
— B —	— C —	N —	O —	F —
	— Si —	P —	S —	Cl —
				Br —
				I —

Número de enlaces covalentes que pueden formar algunos átomos de elementos representativos.



## Enlace covalente triple

**El enlace covalente triple** se define como el enlace formado por la unión de dos átomos de elementos no metálicos al compartir tres pares de electrones entre ellos, donde cada átomo aporta tres electrones. Es el tercer enlace que se forma entre dos átomos y está constituido por un enlace sigma ( $\sigma$ ) y dos enlaces pi ( $\pi$ ).

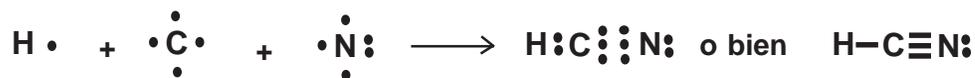
## Molécula de nitrógeno, $\text{N}_2$

En la formación de la molécula de nitrógeno,  $\text{N}_2$ , cada átomo comparte tres pares de electrones para completar su octeto.



## Molécula de cianuro de hidrógeno, HCN

En la formación de la molécula de cianuro de hidrógeno, tanto el hidrógeno como el carbono y el nitrógeno logran configuración de gas noble.



¿Sabías qué ... el cianuro de hidrógeno es un gas incoloro, altamente venenoso, que tiene un ligero olor a almendras y que algunas frutas como el aguacate y las almendras amargas lo contienen en su semilla? Una concentración de 300 ppm (partes por millón) en el aire, es suficiente para matar a un ser humano en cuestión de minutos.

De los átomos que pueden formar enlaces covalentes triples, sólo tenemos al nitrógeno, al oxígeno y al carbono. Existen compuestos del carbono que poseen moléculas con enlaces covalentes triples, como los alquinos, donde aparece el enlace  $\text{C} \equiv \text{C}$ .



Propino



Monóxido de carbono



2-butino

## Enlace covalente coordinado

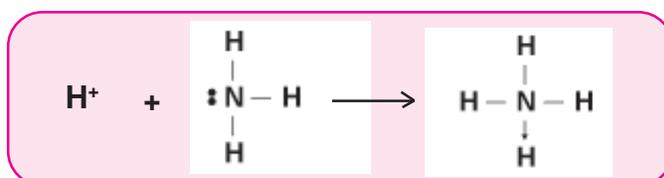
Un tipo especial de enlace covalente lo constituye el enlace covalente coordinado, que es una variante del enlace covalente simple.

**El enlace covalente coordinado** se define como la unión química entre dos átomos de elementos no metálicos que resulta de compartir un par de electrones, los cuales son aportados por uno de los átomos y el otro sólo contribuye con un orbital vacío.

Este enlace se simboliza con una flecha para indicar la procedencia de los dos electrones, porque una vez formado, éste es idéntico al enlace covalente simple.

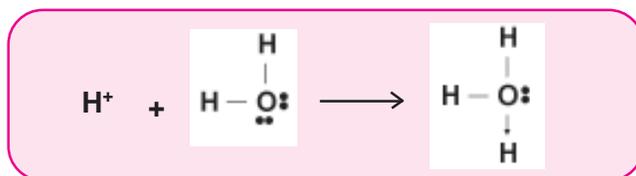
## Formación del ion amonio, $\text{NH}_4^+$

Si analizamos la molécula de amoníaco, encontraremos en ella un par de electrones libres en el átomo de nitrógeno, los cuales son compartidos con el ion hidrógeno, para formar el ion amonio. El ion hidrógeno puede ser proporcionado por un ácido o por el agua.



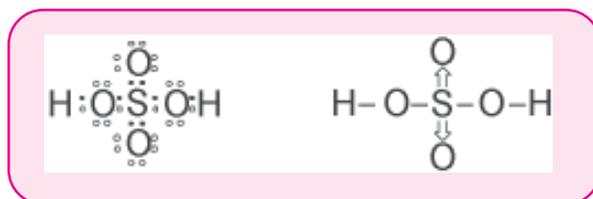
## Formación del ion hidronio, $\text{H}_3\text{O}^+$

El ion hidrógeno también conocido como protón es una especie inestable por lo que siempre se encuentra unida a otros átomos. En solución acuosa forma el ion hidronio, al unirse por medio de un enlace covalente coordinado a la molécula de agua.

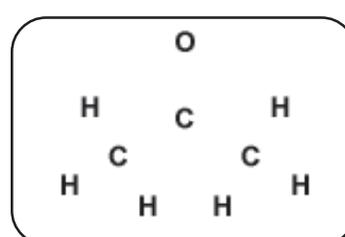
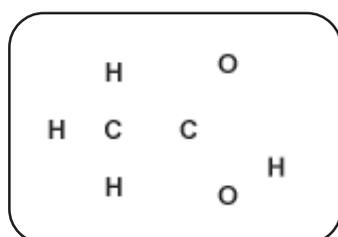
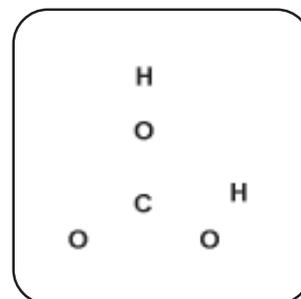
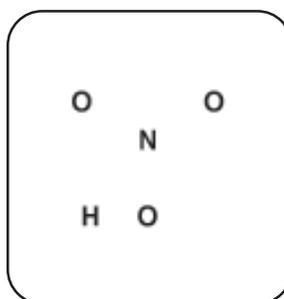
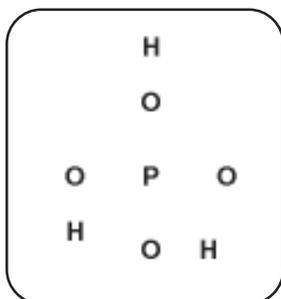


## Molécula de ácido sulfúrico, $\text{H}_2\text{SO}_4$

En la molécula de ácido sulfúrico, el átomo de azufre completa su octeto, al compartir sus electrones con los oxígenos unidos al hidrógeno, por tanto, la única forma de que los oxígenos que no poseen hidrógeno completen su octeto, es formando enlaces covalentes coordinados con el átomo de azufre, como se muestra en la siguiente estructura de Lewis.



**Actividad 3.4** Completa las siguientes estructuras de Lewis, señalando mediante guiones o flechas los tipos de enlace que se presentan entre los átomos en cada una de las moléculas.

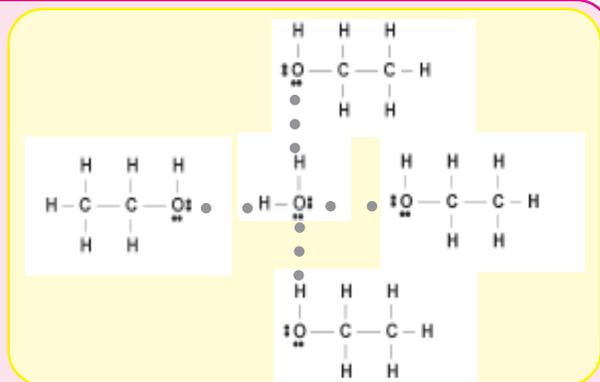


## Propiedades de los compuestos covalentes no polares

1. Los compuestos covalentes no polares son insolubles en disolventes polares como el agua, pero solubles en disolventes no polares, como el tetracloruro de carbono ( $\text{CCl}_4$ ), el benceno ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) y el éter etílico ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$ ).
2. En estado sólido y líquido normalmente tienen bajos puntos de fusión y de ebullición respectivamente, esto se debe a que las fuerzas que unen a las moléculas son muy débiles.
3. No conducen la corriente eléctrica, dado que sus moléculas no tienen carga y sus átomos están unidos por enlaces covalentes.

## Propiedades de los compuestos covalentes polares

1. Los compuestos covalentes polares son solubles en disolventes polares, como el agua, debido a la presencia de dipolos en las moléculas. Por ejemplo, el alcohol etílico es soluble en agua en todas las proporciones. Su solubilidad se explica por la presencia del grupo  $\text{-OH}$ , en la molécula, con el cual se forman enlaces puente de hidrógeno entre las moléculas de agua y alcohol.



2. En estado sólido sus puntos de fusión son mayores que los no polares, pero menores que los iónicos. En estado líquido su punto de ebullición es menor que el del agua, pero mayor que el de los compuestos no polares.
3. No conducen la corriente eléctrica.

Es necesario tener en cuenta que las propiedades que se mencionan son generalizaciones, ya que tanto en compuestos covalentes polares, como en los no polares, existen excepciones.

Es importante resaltar además, que el tipo de enlace no es tampoco determinante para conocer las propiedades de las sustancias, sino que la diferencia importante la hace su estructura. (Plinio Sosa, 2000).

## Sustancias moleculares y reticulares

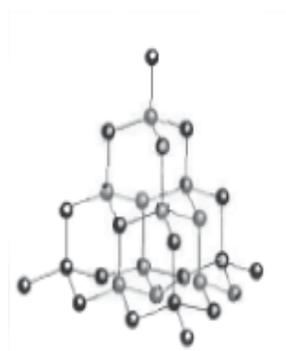
Las sustancias que se forman cuando se unen los átomos e iones, pueden ser clasificadas en función de su estructura, como moleculares o reticulares.

Se dice que una **sustancia** es **molecular** cuando su porción mínima representativa está constituida por átomos o moléculas sueltas. Estas moléculas pueden unirse a través de enlaces intermoleculares como las llamadas **fuerzas de van der Waals** o enlaces **puente de hidrógeno**. Ejemplos de ellas tenemos al  $\text{SO}_2$ ,  $\text{P}_4$ ,  $\text{S}_8$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ , He, etc.

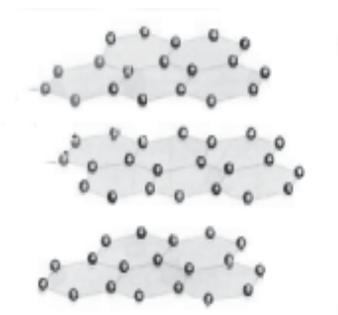
Se dice que una **sustancia** es **reticular** cuando su porción mínima representativa es una celda unitaria, constituida por un entramado de átomos o iones. Estos pueden estar unidos por enlaces iónicos, covalentes o metálicos.

## Sustancias reticulares covalentes

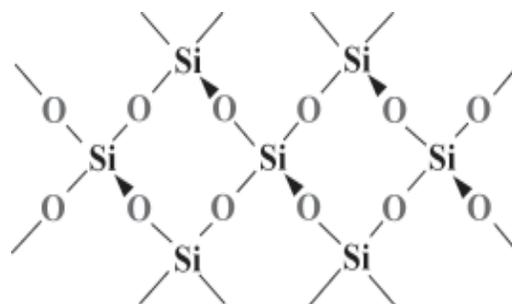
Ejemplos de sustancias reticulares covalentes son el diamante, el grafito y el cuarzo.



Diamante



Grafito



SiO<sub>2</sub> en su forma cristalina, el cuarzo

La fórmula SiO<sub>2</sub> sugiere la idea de pequeñas moléculas de dióxido de silicio, semejantes a las moléculas de dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>. Sin embargo, las moléculas de dióxido de silicio no existen. En la naturaleza el dióxido de silicio se encuentra como un sólido cristalino, donde cada átomo de silicio está unido a cuatro átomos de oxígeno formando un tetraedro y cada átomo de oxígeno a dos átomos de silicio.

Cuando el SiO<sub>2</sub> se encuentra en su forma cristalina, se le llama sílice, cuando se encuentra formando grandes cristales, le llamamos cuarzo y cuando lo tenemos como un montón de diminutos cristales, le llamamos arena.



## Características de sustancias moleculares y reticulares covalentes

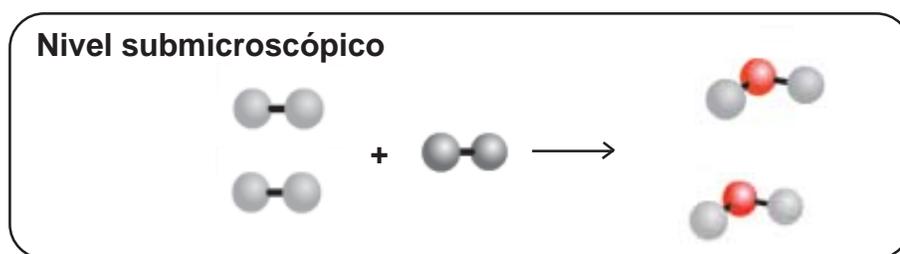
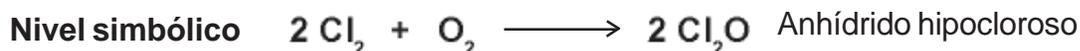
Tipo de sustancia	Porción mínima representativa	Fuerzas que mantienen las unidades juntas	Características generales	Ejemplos
Reticular	Átomos o celdas unitarias	Enlace covalente	Duros, altos puntos de fusión, malos conductores del calor y la electricidad.	Diamante(C), grafito(C), SiO <sub>2</sub> (cuarzo)
Molecular	Moléculas o átomos	Fuerzas de van der Waals, enlace puente de hidrógeno	Suaves, bajos puntos de fusión, malos conductores del calor y la electricidad.	Neón, CO <sub>2</sub> , I <sub>2</sub> , Br <sub>2</sub> , P <sub>4</sub> , S <sub>8</sub> , H <sub>2</sub> O, C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> , C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>

### 3.3.1 Compuestos covalentes

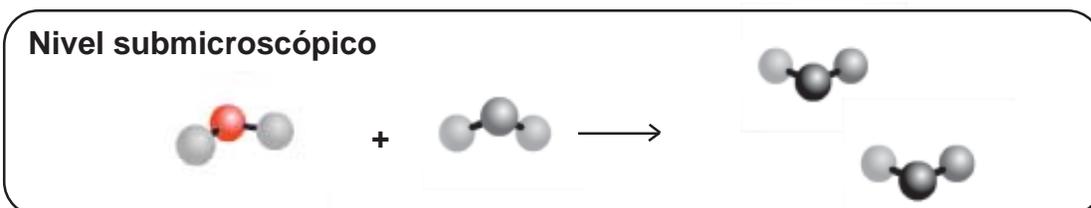
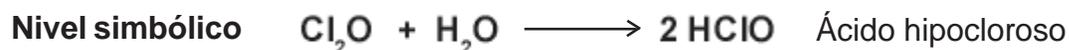
Los compuestos covalentes resultan de la unión de elementos no metálicos, entre ellos tenemos a los óxidos ácidos también conocidos como anhídridos, los oxiácidos conocidos como oxácidos, los hidrácidos y los hidruros covalentes.

#### Óxidos ácidos o anhídridos

Los óxidos ácidos o anhídridos son compuestos covalentes binarios que resultan de la combinación de un no metal con el oxígeno. Ejemplo:



Los anhídridos se caracterizan porque al reaccionar con el agua producen oxiácidos. Ejemplos:



Se les denomina anhídridos, porque provienen de ácidos inorgánicos completamente deshidratados. Aunque no todos los óxidos ácidos son anhídridos.

Para dar nombre a los óxidos ácidos se puede utilizar la nomenclatura clásica (común), la de Stock y la descriptiva, estas dos últimas de la IUPAC.

#### Nomenclatura común

En la nomenclatura común o clásica se utilizan los sufijos **oso** e **ico**.

Para los elementos no metálicos (o metaloides) que presentan sólo dos números de oxidación, como el boro (B), el carbono (C) y el silicio (Si), se utilizará el sufijo **oso** para el menor y el **ico** para el mayor número de oxidación. Ejemplos:



**Anhídrido bórico**



**Anhídrido carbónico** (más conocido como dióxido de carbono)

$B_2O$  Anhídrido boroso  
 $CO$  Anhídrido carbonoso (más conocido como monóxido de carbono)



**Actividad 3.5** Anota la fórmula y nombres comunes de los óxidos ácidos del silicio.

Fórmula	Nombre

Cuando el elemento no metálico presenta más de dos números de oxidación, se utilizarán prefijos y sufijos de acuerdo con sus números de oxidación. Para ello utilizaremos la siguiente tabla.

No. de oxidación	Prefijo	Nombre del no metal o metaloide	Sufijo
+1 +2	Hipo		oso
+3 +4			oso
+5 +6			ico
+7	Per		ico

**Ejemplo:**

+1 -2  
 $N_2O$  Anhídrido hiponitroso

+3 -2  
 $N_2O_3$  Anhídrido nitroso

+5 -2  
 $N_2O_5$  Anhídrido nítrico



**Actividad 3.6** Determina los óxidos ácidos restantes, que resultan de combinar los no metales o metaloides con el oxígeno y escribe el nombre común a cada uno de ellos. Para ello, es importante mencionar que el flúor no forma óxidos ácidos.

IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
B	C	N	O	F
	Si	P	S	Cl
		As	Se	Br
			Te	I



Para dar nombre a los óxidos ácidos o anhídridos se puede utilizar la nomenclatura Stock y la descriptiva.

## Nomenclatura Stock

Como ya lo mencionamos, la nomenclatura Stock consiste en colocar después del nombre de la función química, el número de oxidación del elemento no metálico (o metaloide) con el que se está combinando el oxígeno.

$\text{N}_2\text{O}$  Óxido de nitrógeno (I)

$\text{NO}$  Óxido de nitrógeno (II)

$\text{N}_2\text{O}_3$  Óxido de nitrógeno (III)

$\text{NO}_2$  Óxido de nitrógeno (IV)

$\text{N}_2\text{O}_5$  Óxido de nitrógeno (V)

## Nomenclatura descriptiva

Este tipo de nomenclatura es mucho más fácil para nombrar o escribir la fórmula de un compuesto, dado que ésta expresa la cantidad de átomos de cada elemento presentes en la molécula.

Los prefijos griegos describen el número de átomos en la molécula

Prefijo griego	Número	Compuesto	Nombre
mono	1	CO	Monóxido de carbono
di-	2	SO <sub>2</sub>	Dióxido de azufre
tri-	3	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trióxido de diboro
tetra-	4		
penta	5	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Pentóxido de difósforo
hexa-	6	As <sub>4</sub> O <sub>6</sub> *	Hexóxido de tetraarsénico
hepta-	7	Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Heptóxido de dicloro
octa-	8		
nona- (o ene)	9		
deca	10	P <sub>4</sub> O <sub>10</sub>	Decóxido de tetrafósforo

\*Un dímero es una molécula compuesta de dos moléculas idénticas simples. Las moléculas As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en realidad existen como As<sub>4</sub>O<sub>6</sub> y P<sub>4</sub>O<sub>10</sub>.



**Actividad 3.6** Escribe el nombre de los siguientes óxidos ácidos utilizando para ello, cualquiera de los tres tipos de nomenclatura.

Fórmula	Nombre	Usos
$N_2O$		Se usó como anestésico.
$SO_2$		Como desinfectante y preservativo en la industria alimenticia. Como agente blanqueador en textiles, papel, aceite, etc. Como fumigante.
$SiO_2$		En la obtención del silicio y sus compuestos. En la fabricación de vidrio y abrasivos.
$TeO_2$		Se usa para colorear el vidrio.
$As_4O_6$		En la fabricación de vidrio. Como Insecticida y eliminación de roedores. Como preservativo de la madera.
$P_4O_{10}$		Como agente deshidratante.
$B_2O_3$		Se usa en la fabricación de vidrio resistente al calor (pyrex) y telas incombustibles.
$CO$		Como combustible, agente reductor y en la síntesis del metanol.
$CO_2$		Como refrigerante, en la elaboración de bebidas carbonatadas y como extinguidor de fuego.
$SeO_2$		Como antioxidante en la fabricación de aceites.

El dióxido de azufre ( $SO_2$ ) y el dióxido de nitrógeno  $NO_2$  se encuentran en el aire contaminado y son de los contaminantes más peligrosos para el ser humano. La presencia de estos y otros óxidos ácidos en la atmósfera, provoca la formación de lluvia ácida y aceleran la oxidación de productos elaborados con hierro.

El monóxido de carbono producido principalmente por la combustión incompleta de la gasolina en los automóviles y en los cigarrillos, es uno de los mayores contaminantes del aire, capaz de provocar la muerte.



## Oxiácidos

Sin duda, la mayoría de las personas conoce el término **ácido**. La palabra ácido proviene del latín *acidus*, que significa agrio. Este término fue utilizado originalmente para referirse al vinagre. Existen dos tipos de ácidos inorgánicos: *Los hidrácidos y los oxiácidos*.

Los oxiácidos conocidos también por el nombre de oxácidos y oxoácidos, son compuestos covalentes ternarios que resultan de la combinación de un óxido ácido con el agua.



Usualmente son reconocidos por sus fórmulas químicas ( $\text{H}_n\text{XO}_n$ ), que generalmente inician con hidrógeno, seguido del elemento no metálico (o metaloide) y finalmente el oxígeno.

Se les llama oxiácidos porque dentro de su molécula contienen oxígeno. Se pueden clasificar en: monopróticos, dipróticos o polipróticos, dependiendo del número de iones  $\text{H}^+$  disponibles o sustituibles en el ácido.

El número de hidrógenos que posee cada ácido, generalmente se puede determinar si se conoce el grupo al que pertenece el elemento no metálico central, al utilizar la siguiente expresión:

$$8 - \text{Número de grupo} = \text{No. de hidrógenos del ácido}$$

Esto sólo se cumple para los elementos del grupo V, VI y VIIA, con excepción de los ácidos del nitrógeno, que sólo llevan un hidrógeno.

IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
3H	2H	3H	2H	1H
B	C	N*	O	F
	Si	P	S	Cl
		As	Se	Br
			Te	I

## Nomenclatura común

La **IUPAC** recomienda, que la permanencia de nombres tradicionales sea limitado sólo a compuestos muy comunes, que ya tienen nombres establecidos. Sin embargo, la nomenclatura común sigue teniendo un fuerte arraigo. Veamos algunas consideraciones:

Si un elemento forma solamente un oxiácido, este llevará la terminación **ico**.



Cuando un elemento no metálico (o metaloide) presenta dos estados de oxidación, se usa la terminación **-oso**, para el menor estado de oxidación, e **-ico** para el mayor.



En caso de que el elemento central presente tres ó más estados de oxidación, se utilizarán los prefijos **hipo** o **per** según corresponda.

Prefijo	Sufijo	Números de oxidación	Fórmula	Nombre
hipo	oso	+1 +2	$\text{HClO}$	Ácido hipocloroso
	oso	+3 +4	$\text{HClO}_2$	Ácido cloroso
	ico	+5 +6	$\text{HClO}_3$	Ácido clórico
per	ico	+7	$\text{HClO}_4$	Ácido perclórico



**Actividad 3.7** Completa la tabla, según corresponda, con las fórmulas o nombres comunes de algunos ácidos o radicales.

Ácido	Nombre del ácido	Radical	Nombre del radical
HBrO	Ácido hipobromoso	BrO <sup>-</sup>	Hipobromito
	Ácido bromico	BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>			Fosfato
	Ácido fosforoso	PO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			Sulfato
	Ácido nítrico	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>		SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	
	Ácido bórico	BO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>	
HCIO			Hipoclorito
	Ácido nitroso		Nitrito
HIO <sub>4</sub>		IO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
	Ácido carbónico		Carbonato
H <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>		SiO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	
	Ácido yódico		Yodato
HIO		IO <sup>-</sup>	
	Ácido perclórico		Perclorato
H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>		AsO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	
	Ácido selénico		Selenato
HMnO <sub>4</sub>		MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
	Ácido telúrico		Telurato
H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>		CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	

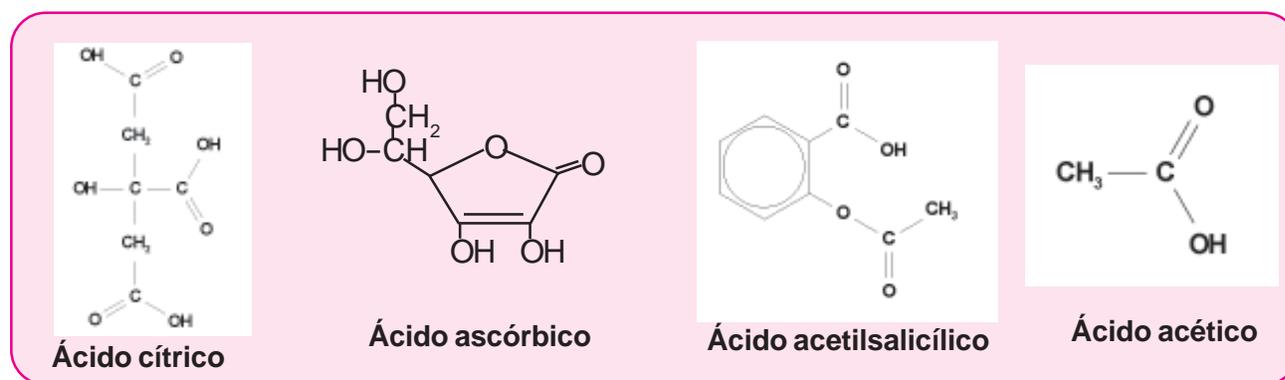
## Aplicaciones de los oxiácidos en la vida diaria

El ácido sulfúrico se utiliza en la fabricación de fertilizantes, explosivos, pinturas, así como en la metalurgia.

El ácido fosfórico se utiliza en la fabricación de fertilizantes, detergentes, jabones y para acidular los refrescos de cola.

El ácido nítrico es un ácido fuerte que se utiliza en la fabricación de fertilizantes, explosivos, lacas, fibras sintéticas, drogas, colorantes y además como agente oxidante.

En la vida diaria utilizamos también ácidos orgánicos, como el ácido cítrico, ascórbico (vitamina C), acético y acetilsalicílico. El ácido cítrico como su nombre lo indica, se encuentra presente en frutas como limones, naranjas y toronjas. El **ácido acético** diluido se conoce como **vinagre**, el cual se añade para la preparación de chiles en escabeche, ensaladas o aderezos. La vitamina C es el ácido ascórbico.



## Precauciones que deben tenerse al utilizar ácidos y bases fuertes

Los ácidos minerales como el sulfúrico, el clorhídrico y el nítrico son muy corrosivos, destruyen los tejidos; al igual que algunas bases como el hidróxido de sodio.

Si de manera accidental cae en tu piel alguna de estas sustancias aplica bastante agua en la zona afectada, con la finalidad de diluir ya sea el ácido o la base. Posteriormente si tratas de neutralizar una base fuerte, se debe emplear un ácido débil como el vinagre o el ácido bórico,  $H_3BO_3$ ; este último sobre todo si el accidente ha ocurrido en los ojos. Así mismo, para neutralizar la quemadura de un ácido fuerte hay que usar una base débil como la leche de magnesia,  $Mg(OH)_2$  o el bicarbonato de sodio,  $NaHCO_3$ .

Esta es una reacción de neutralización: ácido + base  $\longrightarrow$  sal + agua

Una precaución que siempre deberás tener presente:

**¡Nunca le des de “beber” agua al ácido!**

Esto significa que no debe agregarse agua al ácido porque al caer ésta se calienta y evapora violentamente pudiendo salpicar partes de tu cuerpo. Por ello, lo que debe hacerse para preparar una disolución ácida, es añadir lentamente el ácido al agua.

### 3.4 Enlace iónico

De acuerdo al modelo del enlace iónico, éste se forma debido a la atracción entre iones de carga opuesta (cationes y aniones), que se forman cuando uno o más electrones se transfieren desde el nivel de valencia de un átomo hasta el nivel de valencia de otro.

En este modelo se considera que existe una transferencia de electrones entre los átomos, el átomo que pierde electrones queda cargado positivamente (metal) y el que los gana queda cargado negativamente (no metal).

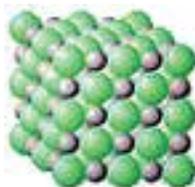
Este modelo nos permite explicar de manera sencilla la formación de los compuestos iónicos, como si sólo se unieran dos partículas de carga opuesta. Sin embargo, las interacciones no son unidireccionales, sino que forman redes con enlaces multidireccionales.



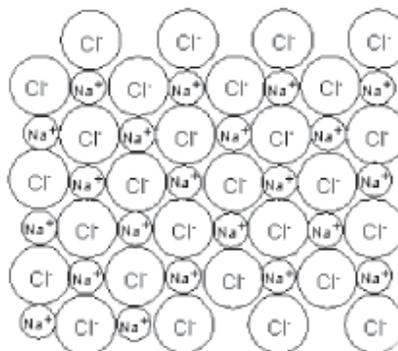
Veamos el caso del cloruro de sodio.



Cristal de NaCl (halita)



Modelo de un cristal de NaCl

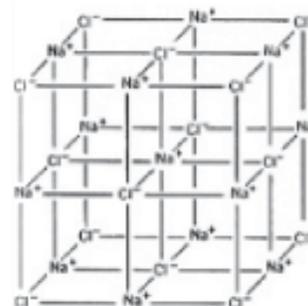


Modelo de la parte frontal de un cristal de NaCl

1. ¿Un ion de sodio se enlaza solamente al ion cloruro que le donó su electrón? **Falso**. Un ion positivo será atraído por cualquier ion negativo vecino, ya que no importa cómo las partículas adquirieron su carga. La atracción electrostática depende solamente de la cantidad de carga, y de la distancia entre los dos objetos cargados.

2. Un átomo de sodio puede formar sólo un enlace iónico, porque tiene un electrón en su capa de valencia. **Falso**: un ion de sodio se puede enlazar fuertemente a tantos iones cloruro como pueda empacar con eficacia alrededor de él en una red cristalina regular. En el NaCl habrá seis iones cloruro enlazados fuertemente a cada ion de sodio y seis iones sodio enlazados fuertemente a cada ion cloruro.

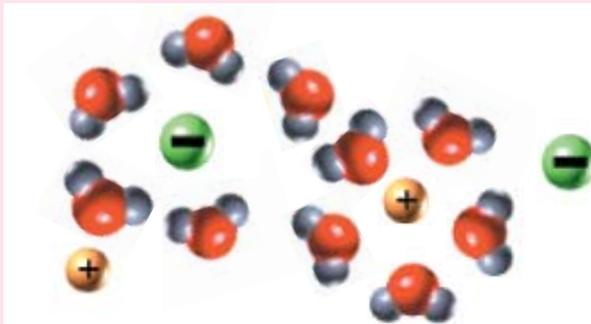
3. Los iones sodio al unirse con los iones cloruro forman la molécula de cloruro de sodio. **Falso**: No se forman moléculas, se forman redes de iones o estructuras cristalinas. La fórmula NaCl representa la celda unitaria o la mínima porción representativa del cristal de cloruro de sodio.



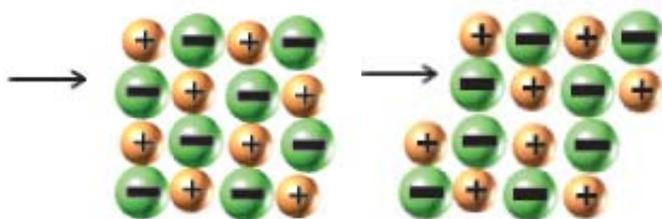
## Propiedades de los compuestos iónicos

Las propiedades macroscópicas de los compuestos iónicos pueden explicarse por el acomodo de los iones en la red cristalina. La estructura cristalina le confiere estabilidad al sistema. Algunas de estas propiedades son:

1. En estado sólido no existe conductividad eléctrica, ya que las cargas se encuentran totalmente fijadas en la red cristalina, mientras que si ésta se rompe, ya sea mediante la fusión o la disolución, los iones adquieren movilidad y pueden transportar la carga de una terminal eléctrica a la otra.



Modelo que representa la disolución de un cristal de NaCl en agua



Modelo que representa el rompimiento mecánico de una red cristalina de NaCl

2. Los sólidos iónicos son duros, pero quebradizos, esto es una consecuencia del arreglo cristalino. Sin embargo, si se aplica la fuerza suficiente para desplazar ligeramente a los iones de su posición, los iones de carga igual quedarán en contacto, y la intensa repulsión entre ellos provocará la ruptura del cristal.

3. Los compuestos iónicos son solubles en disolventes polares como el agua. No obstante, si se es un poco más estricto diríamos que existen compuestos que presentan enlace iónico y no son solubles en este tipo de disolventes, por ejemplo, el óxido de aluminio, el carbonato de calcio, etc.

4. Los compuestos iónicos tienen altos puntos de fusión, siendo ésta una consecuencia de la fuerza que mantiene unidos a los iones en la red cristalina. Sin embargo ésta no es una prueba fehaciente del carácter iónico de una sustancia, si no del número de enlaces formados en la red cristalina, ya que una sustancia como el diamante, en la cual sus átomos se unen por enlaces covalentes, presenta también un elevado punto de fusión (3550 °C). El punto de fusión del LiF es de 845 °C y el del MgO es de 2800 °C.

## Sustancias reticulares iónicas

Las sustancias reticulares iónicas, como su nombre lo indica, están constituidas por redes cristalinas de átomos o iones. Ejemplo de sustancias reticulares iónicas, son los óxidos básicos, sales, hidróxidos e hidruros iónicos como el CaO, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>, LiH, respectivamente.

## Características de sustancias reticulares iónicas

Tipo de sustancia	Porción mínima representativa	Fuerzas que mantienen las unidades juntas	Características generales	Ejemplos
Iónica	Celda unitaria iones positivos y negativos	Atracción electrostática	Duros, quebradizos, altos puntos de fusión, malos conductores del calor y la electricidad en forma sólida.	NaF, LiF, CaO, MgO, NaCl, CsCl

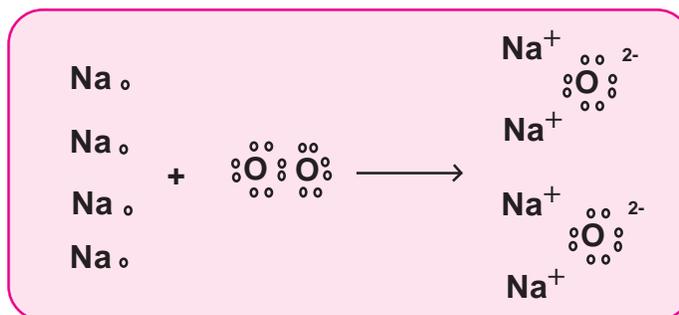
### 3.4.1 Compuestos iónicos

Como ya lo hemos señalado, los compuestos iónicos están constituidos por cationes y aniones. A excepción del ion amonio, todos los cationes se derivan de átomos metálicos. Los compuestos iónicos más simples son los compuestos binarios (que están formados por dos elementos), aquellos que se forman de la unión química de un metal con un no metal, ejemplo de ello, son las sales binarias, los hidruros y los óxidos de cualquier catión metálico. Sin embargo existen compuestos iónicos ternarios y cuaternarios como los hidróxidos y las oxisales respectivamente. En este apartado revisaremos la nomenclatura de cada uno de estos tipos de compuestos iónicos.

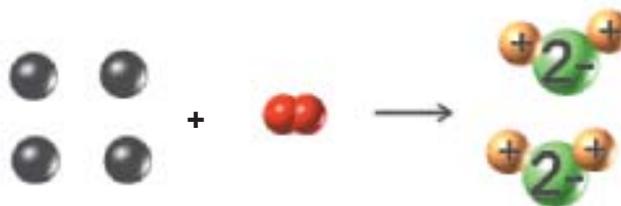
#### Nomenclatura de óxidos básicos o metálicos

Los óxidos básicos o metálicos, son compuestos iónicos binarios que resultan de la combinación de un metal con el oxígeno.

Nivel simbólico



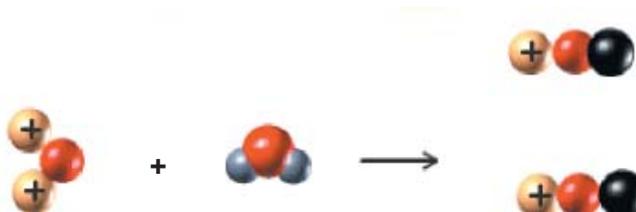
Nivel submicroscópico



Se denominan óxidos básicos porque al reaccionar con el agua forman hidróxidos o bases, o porque al reaccionar con los ácidos forman sales.



Nivel submicroscópico de la reacción de formación del hidróxido de sodio



Para dar nombre a los óxidos básicos se utilizan dos tipos de nomenclatura. **El sistema IUPAC o de Stock** que es el más reciente y la **nomenclatura común**, en la que se emplean los sufijos **oso** e **ico**, que es el más antiguo.

## Sistema Stock

El sistema Stock se denominó así, en honor al químico alemán Alfred Stock (1876-1946). En el sistema Stock se utiliza un número romano entre paréntesis después del nombre del metal, para indicar el número de oxidación del metal, cuando éste posee más de un estado de oxidación.



## Nomenclatura común

En la nomenclatura común se utiliza la raíz latina del metal con los sufijos **oso** o **ico**; el sufijo **oso** representa el **número de oxidación más bajo** y el sufijo **ico** el **número de oxidación más alto**.



Nombres sistemáticos y comunes de algunos cationes.

Cación	Nombre del catión	
	Sistema Stock	Nomenclatura común
$\text{Cu}^{1+}$	Cobre (I)	ion cuproso
$\text{Cu}^{2+}$	Cobre (II)	ion cúprico
$\text{Fe}^{2+}$	Hierro(II)	ion ferroso
$\text{Fe}^{3+}$	Hierro(III)	ion férrico
$\text{Pb}^{2+}$	Plomo(II)	ion plumboso
$\text{Pb}^{4+}$	Plomo(IV)	ion plúmbico
$\text{Sn}^{2+}$	Estaño(II)	ion estannoso
$\text{Sn}^{4+}$	Estaño(IV)	ion estánico
$\text{Hg}_2^{2+}$	Mercurio (I)	ion mercuroso (un dímero)
$\text{Hg}^{2+}$	Mercurio(II)	ion mercúrico
$\text{Au}^{+1}$	Oro (I)	ion auroso
$\text{Au}^{+3}$	Oro (III)	ion áurico
$\text{Co}^{+2}$	Cobalto (II)	ion cobaltoso



**Actividad 3.8** Completa la siguiente tabla, según corresponda, con las fórmulas o nombres sistemáticos y comunes de algunos óxidos básicos.

Catión/Anión $\text{M}^+ / \text{O}^{2-}$	Fórmula	Nombre Stock	Nombre común
$\text{Cu}^{2+}$	$\text{CuO}$	Óxido de cobre (II)	Óxido de cúprico
$\text{Al}^{3+}$			
$\text{Na}^+$			
$\text{Mg}^{2+}$			
$\text{Cr}^{3+}$			
$\text{K}^+$			

Catión/Anión M <sup>+</sup> / O <sup>2-</sup>	Fórmula	Nombre Stock	Nombre común
Fe <sup>3+</sup>			
Hg <sup>2+</sup>			
Li <sup>+</sup>			
Pt <sup>2+</sup>			
Fe <sup>2+</sup>			
Ca <sup>2+</sup>			
Pb <sup>4+</sup>			



**Actividad 3.9** Escriba la fórmula química de los siguientes óxidos básicos.

- a) Óxido de estroncio \_\_\_\_\_ f) Óxido auroso \_\_\_\_\_
- b) Óxido de bario \_\_\_\_\_ g) Óxido cobáltico \_\_\_\_\_
- c) Óxido plumboso \_\_\_\_\_ h) Óxido de estaño (IV) \_\_\_\_\_
- d) Óxido níquelico \_\_\_\_\_ i) Óxido de cobre (I) \_\_\_\_\_
- e) Óxido de cromo (VI) \_\_\_\_\_ j) Óxido de plata \_\_\_\_\_



**Actividad 3.10** Escriba el nombre Stock y común de los siguientes óxidos básicos, donde sea posible.

- a) Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> \_\_\_\_\_
- b) FeO \_\_\_\_\_
- c) PbO<sub>2</sub> \_\_\_\_\_
- d) Au<sub>2</sub>O<sub>3</sub> \_\_\_\_\_
- e) ZnO \_\_\_\_\_
- f) Rb<sub>2</sub>O \_\_\_\_\_
- g) Cu<sub>2</sub>O \_\_\_\_\_

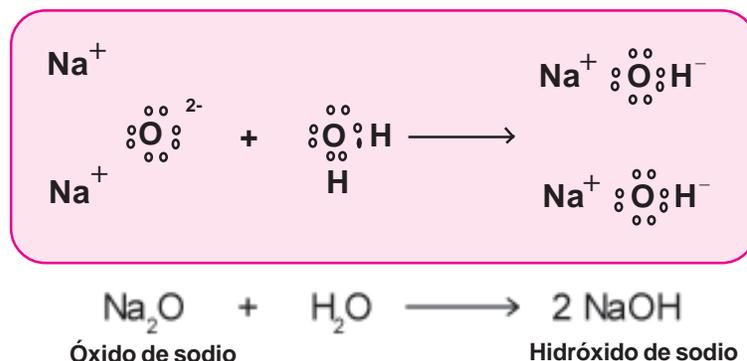


**Actividad 3.11** En la siguiente tabla se muestran las fórmulas químicas y los usos de algunos óxidos básicos, escriba sus nombres haciendo uso de los dos tipos de nomenclatura.

Fórmula	Nombre común	Nombre Stock	Usos
BeO			Se usa en los reactores atómicos como regulador de temperatura.
MgO			En la fabricación de ladrillos refractarios (para hornos) e instrumentos ópticos y talco.
CaO			En la construcción: fabricación de acero y cemento. En el tratamiento de agua.
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			En la fabricación de abrasivos, refractarios, cerámica y gemas artificiales.
SnO <sub>2</sub>			En la obtención de Sn y sus compuestos.
Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>			Como blanqueador en la industria textil.
GeO <sub>2</sub>			En la fabricación de transistores y de vidrios que transmiten luz infrarroja.
PbO			En la fabricación de acumuladores; elaboración de cerámica y vidrio.
PbO <sub>2</sub>			Como cátodo en los acumuladores (baterías de autos). Como agente oxidante en la fabricación de cerillos y en la pirotecnia.
HgO			En la elaboración de pintura marina y pigmentos para porcelana. Como ánodo en las baterías de mercurio.
CrO <sub>2</sub>			En la elaboración de cintas magnéticas.
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			En la fabricación de abrasivos, refractarios y semiconductores. Como pigmento verde para colorear el vidrio.
MnO <sub>2</sub>			En la fabricación de acero. Como componente de las pilas alcalinas y pilas secas y en la fabricación de pinturas para los textiles.
TiO <sub>2</sub>			Como colorante en cerámica, en pintura y laca blanca.

## Nomenclatura de hidróxidos o bases

Los hidróxidos son compuestos iónicos ternarios, que resultan de la combinación de un óxido básico con el agua, o de la combinación de un metal activo con el agua.



Los hidróxidos son bases, pero debe quedar claro que no todas las bases son hidróxidos. Se denominan así por la presencia del ion hidróxido ( $\text{OH}^-$ ) unido al ion metálico.

Los hidróxidos o bases son sustancias que en disolución acuosa presentan las siguientes características:

- En solución acuosa muestran reacción básica, es decir, disocian iones oxhidrilo ( $\text{OH}^-$ ) monovalentes y electronegativos.
- Tiñen de azul el papel tornasol rojo.
- Colorean de rosa fucsia al adicionarles fenolftaleína.
- Su pH es superior a 7.
- Tienen la capacidad de reaccionar vigorosamente con los ácidos, dando como resultado sal y agua.

## Usos o aplicaciones de algunos hidróxidos en la vida cotidiana

El hidróxido de litio ( $\text{LiOH}$ ), es un compuesto utilizado en la fabricación de jabón a base de litio, para limpiar grasas. Fue utilizado para eliminar el  $\text{CO}_2$  en la cabina de la nave espacial Apolo, ya que al reaccionar con este se forma carbonato de litio.

El hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) también se utiliza en la fabricación de jabón y como destapacaños o quitacoambre en la cocina de los hogares y restaurantes.

El hidróxido de potasio ( $\text{KOH}$ ) también se utiliza en la manufactura de jabones ligeros.

El Hidróxido de calcio,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , se utiliza en la construcción para hacer argamasa o mezcla utilizada en la construcción para la pega de ladrillos. También se utiliza en la nixtamalización del maíz, para elaborar tortillas.

El hidróxido de magnesio,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , se utiliza como antiácido estomacal, laxante y para obtener Mg a partir de él. El hidróxido de aluminio  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , mezclado con el hidróxido de magnesio son el principio activo<sup>3</sup> del «Melox» utilizado como antiácido y antiflatulento.





**Actividad 3.12** En la siguiente tabla combina los cationes metálicos ( $M^+$ ) con el anión ( $OH^-$ ), para formar los hidróxidos, escriba su fórmula química y los nombres que les corresponden.

Catión/ Anión $M^+ / OH^-$	Fórmula	Nombre Stock	Nombre común
$Fe^{3+}$	$Fe(OH)_3$	Hidróxido de hierro (III)	Hidróxido férrico
$Hg^{2+}$			
$Li^+$			
$Pt^{2+}$			
$Fe^{2+}$			
$Ca^{2+}$			
$Pb^{4+}$			
$Au^{3+}$			
$Zn^{2+}$			
$K^+$			
$Sn^{2+}$			
$Pt^{4+}$			
$Ni^{2+}$			
$Pb^{2+}$			
$Co^{3+}$			



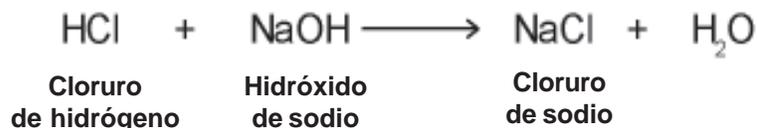
**Actividad 3.13** Escriba la fórmula química de los siguientes hidróxidos.

- |                                |       |                          |       |
|--------------------------------|-------|--------------------------|-------|
| a) Hidróxido de cobalto (II)   | _____ | g) Hidróxido cúprico     | _____ |
| b) Hidróxido de níquel (III)   | _____ | h) Hidróxido de plata    | _____ |
| c) Hidróxido mercuroso         | _____ | i) Hidróxido de cuproso  | _____ |
| d) Hidróxido de manganeso (IV) | _____ | j) Hidróxido de cadmio   | _____ |
| e) Hidróxido de amonio         | _____ | k) Hidróxido de magnesio | _____ |

## Nomenclatura de sales

Las sales son sustancias iónicas que se forman al reaccionar generalmente un ácido con una base, produciéndose así una reacción de neutralización. Existen dos tipos de sales: binarias y ternarias. Cuando la sal proviene de la reacción de un ácido binario (HF, HCl, HBr, HI), ésta puede ser binaria o ternaria. Si la sal proviene de un ácido ternario ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{HClO}_4$ , etc.), ésta puede ser ternaria o cuaternaria.

Las sales haloideas mejor conocidas como haluros, son sales que se forman generalmente de la combinación de un ácido binario (hidrácido) con una base. Al dar nombre a los haluros, éstos siempre llevarán la terminación **uro**.



Grupo IVA(14)		Grupo VA(15)		Grupo VIA(16)		Grupo VIIA(17)	
$\text{C}^{4-}$	Carburo	$\text{N}^{3-}$	Nitruro			$\text{F}^-$	Fluoruro
$\text{Si}^{4-}$	Siliciuro	$\text{P}^{3-}$	Fosfuro	$\text{S}^{2-}$	Sulfuro	$\text{Cl}^-$	Cloruro
				$\text{Se}^{2-}$	Seleniuro	$\text{Br}^-$	Bromuro
				$\text{Te}^{2-}$	Telururo	$\text{I}^-$	Yoduro

Aniones monoatómicos según su posición en la tabla periódica



**Actividad 3.14** Combina los cationes y aniones respectivos y asigna nombre Stock a cada sal formada.

Anión \ Cation	$\text{F}^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{S}^{2-}$	$\text{N}^{3-}$	$\text{P}^{3-}$	$\text{Br}^-$	$\text{C}^{4-}$
$\text{Zn}^{2+}$							
$\text{K}^+$							
$\text{Sn}^{2+}$							
$\text{Pt}^{4+}$							
$\text{Ni}^{2+}$							
$\text{Pb}^{2+}$							
$\text{Co}^{3+}$							

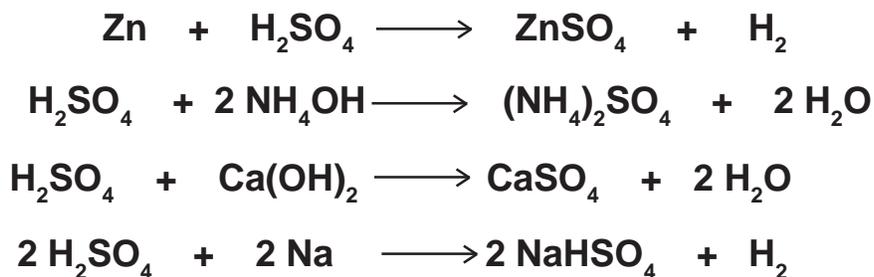
Anión \ Cation	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	N <sup>3-</sup>	P <sup>3-</sup>	Br <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>
Fe <sup>2+</sup>							
Na <sup>+</sup>							
Sn <sup>4+</sup>							
Pt <sup>2+</sup>							
Mg <sup>2+</sup>							
Ca <sup>2+</sup>							
Au <sup>3+</sup>							



**Actividad 3.15** Escriba la fórmula o el nombre de cada una de las siguientes sales.

- a) Cloruro de bario \_\_\_\_\_
- b) Bromuro de plata \_\_\_\_\_
- c) Yoduro de mercurio (II) \_\_\_\_\_
- d) Fluoruro de hierro (III) \_\_\_\_\_
- e) Sulfuro de litio \_\_\_\_\_
- f) Selenuro de berilio \_\_\_\_\_
- g) Carburo de sodio \_\_\_\_\_
- h) SrCl<sub>2</sub> \_\_\_\_\_
- i) CaF<sub>2</sub> \_\_\_\_\_
- j) Ag<sub>2</sub>Se \_\_\_\_\_
- k) Na<sub>3</sub>N \_\_\_\_\_
- l) AlCl<sub>3</sub> \_\_\_\_\_
- m) PbI<sub>2</sub> \_\_\_\_\_
- n) Nitruro de potasio \_\_\_\_\_
- o) Fosfuro de berilio \_\_\_\_\_
- p) Cloruro de hierro (II) \_\_\_\_\_
- q) Bromuro de níquel (II) \_\_\_\_\_
- r) Yoduro de cobre (II) \_\_\_\_\_
- s) Fluoruro de oro (III) \_\_\_\_\_
- t) Sulfuro de cobre (I) \_\_\_\_\_
- u) CuS \_\_\_\_\_
- v) PtBr<sub>4</sub> \_\_\_\_\_
- w) K<sub>2</sub>Te \_\_\_\_\_
- x) BaS \_\_\_\_\_
- y) SnCl<sub>4</sub> \_\_\_\_\_
- z) PbBr<sub>4</sub> \_\_\_\_\_

Las **oxisales** son sustancias que como su nombre lo indica, contienen oxígeno y se pueden formar, al combinar un oxiácido con un hidróxido o un metal activo.



Dependiendo del número de hidrógenos sustituidos en el ácido por el metal, las oxisales pueden ser: **neutras, ácidas, dobles y básicas**.

Fórmula	Tipo de oxisal
$\text{CaSO}_4$	Oxisal neutra
$\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$	Oxisal ácida
$\text{Ca Na}_2(\text{SO}_4)_2$	Oxisal doble
$\text{CaOHNO}_3$	Oxisal básica

En nuestro caso pondremos énfasis en las oxisales neutras y sólo abordaremos algunas de las otras oxisales de mayor uso en la vida cotidiana.

## Nomenclatura para las oxisales

Para dar nombre a las oxisales es necesario aprender los nombres y fórmulas de los oxianiones o radicales. Para ello, consideraremos las siguientes reglas:

1. La carga en el oxianión o radical será numéricamente igual al número de iones hidrógeno que se sustituyen o liberan de la molécula del ácido.
2. Los nombres de los oxianiones se derivan del nombre del oxiácido que le da origen y cambian las terminaciones **oso** e **ico** del ácido por **ito** y **ato**, respectivamente.

Así, el ion nitrito ( $\text{NO}_2^{1-}$ ) se deriva del ácido nitroso ( $\text{HNO}_2$ ), y el ion nitrato ( $\text{NO}_3^{1-}$ ), del ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ).

$\text{NaNO}_3$	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Al}(\text{NO}_2)_3$
Nitrato de sodio	Nitrato de calcio	Nitrito de aluminio

3. Al dar nombre a las oxisales, primero se nombra al oxianión o anión poliatómico y enseguida el nombre del metal.
4. Por último, se anota el número de oxidación del metal entre paréntesis en aquellos casos que así lo amerite.

$\text{CuSO}_4$	$\text{Pb}(\text{SO}_4)_2$
Sulfato de cobre (II)	Sulfato de plomo (IV)

## Nombre y fórmula de algunos radicales o aniones poliatómicos

Nombre del radical	Radical	Nombre del radical	Radical
Bromato	$\text{BrO}_3^{1-}$	Clorito	$\text{ClO}_2^{1-}$
Hipobromito	$\text{BrO}^{1-}$	Hipoclorito	$\text{ClO}^{1-}$
Fosfato	$\text{PO}_4^{3-}$	Cromato	$\text{CrO}_4^{2-}$
Fosfito	$\text{PO}_3^{3-}$	Dicromato	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
Sulfato	$\text{SO}_4^{2-}$	Peryodato	$\text{IO}_4^{1-}$
Sulfito	$\text{SO}_3^{2-}$	Yodato	$\text{IO}_3^{1-}$
Bromato	$\text{BrO}_3^{1-}$	Permanganato	$\text{MnO}_4^{1-}$
Hipobromito	$\text{BrO}^{1-}$	Silicato	$\text{SiO}_3^{2-}$
Fosfato	$\text{PO}_4^{3-}$	Nitrato	$\text{NO}_3^{1-}$
Fosfito	$\text{PO}_3^{3-}$	Nitrito	$\text{NO}_2^{1-}$
Sulfato	$\text{SO}_4^{2-}$	Arsenato	$\text{AsO}_4^{3-}$
Sulfito	$\text{SO}_3^{2-}$	Arsenito	$\text{AsO}_3^{3-}$
Perclorato	$\text{ClO}_4^{1-}$	Borato	$\text{BO}_3^{2-}$
Clorato	$\text{ClO}_3^{1-}$	Carbonato	$\text{CO}_3^{2-}$



**Actividad 3.16** Combina los cationes y aniones respectivos y asigna nombre a cada sal formada.

Anión \ Cation	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{NO}_3^-$	$\text{PO}_4^{3-}$	$\text{IO}_4^-$
$\text{Fe}^{2+}$					
$\text{Na}^+$					
$\text{Sn}^{4+}$					
$\text{Pt}^{2+}$					
$\text{Mg}^{2+}$					
$\text{Ca}^{2+}$					
$\text{Au}^{3+}$					

Anión \ Cation	$\text{SiO}_3^{2-}$	$\text{BO}_3^{3-}$	$\text{NO}_2^-$	$\text{IO}_3^-$	$\text{AsO}_4^{3-}$
$\text{Fe}^{3+}$					
$\text{K}^+$					
$\text{Pb}^{4+}$					
$\text{Li}^+$					
$\text{Ag}^+$					
$\text{Ba}^{2+}$					
$\text{Cu}^{2+}$					



**Actividad 3.17** De manera colaborativa asigna fórmula química a cada una de las siguientes oxisales.

- a) Carbonato de amonio \_\_\_\_\_ b) Fosfito de zinc \_\_\_\_\_
- c) Sulfato de aluminio \_\_\_\_\_ d) Nitrato de plata \_\_\_\_\_
- e) Sulfato de cadmio \_\_\_\_\_ f) Fosfato de potasio \_\_\_\_\_
- g) Permanganato de potasio \_\_\_\_\_ h) Hipoclorito de sodio \_\_\_\_\_
- i) Nitrito de calcio \_\_\_\_\_ j) Carbonato de cobre (II) \_\_\_\_\_
- k) Yodato de cobre (I) \_\_\_\_\_ l) Yodito de oro (III) \_\_\_\_\_
- m) Arsenato de plomo (II) \_\_\_\_\_ n) Clorito de magnesio \_\_\_\_\_
- o) Bromato de hierro (II) \_\_\_\_\_ p) Bromito de cobre (I) \_\_\_\_\_
- q) Perclorato de potasio \_\_\_\_\_ r) Peryodato de sodio \_\_\_\_\_
- s) Borato de cobalto (III) \_\_\_\_\_ t) Arsenito de plata \_\_\_\_\_



**Actividad 3.18** De manera colaborativa escriba el nombre de las siguientes oxisales, utilizando la nomenclatura apropiada.

Fórmula	Nombre	Usos
$\text{CaSO}_4$		Se usa como yeso en la construcción; en la elaboración de gises y en el enyesado de huesos rotos.
$\text{KMnO}_4$		Se emplea como agente oxidante, desinfectante y en la purificación del agua y aire.
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$		Se usa en el curtido de pieles. Como mordiente en la industria papelera y textil. En la fabricación de telas a prueba de fuego y repelentes al agua. Como agente clarificante de aceites. En el tratamiento del agua. Como decolorante, deodorizante y antitranspirante.
$\text{Li}_2\text{CO}_3$		El carbonato de litio es usado en medicina como depresor del sistema nervioso, se usa como tranquilizante en el tratamiento de la esquizofrenia.
$\text{KNO}_3$		En la fabricación de fertilizantes, explosivos, cohetes, cerillos y en el tratamiento del tabaco.
$\text{K}_2\text{CO}_3$		En la fabricación de vidrios especiales para instrumentos ópticos.
$\text{NaNO}_3$		En la fabricación de explosivos y fertilizantes.
$\text{Na}_3\text{PO}_4$		En la fabricación de detergentes y como ablandador del agua.
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$		En la fabricación de fertilizantes, laxantes y analgésicos. Como mordiente en tintorería. Para lavar tejidos infectados (Sal de Epsom).
$\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$		Como desecante.
$\text{Na}_2\text{CO}_3$		En la fabricación de vidrio y detergentes. Como ablandador de agua.

Fórmula	Nombre	Usos
$\text{KBrO}_3$		Como agente oxidante y como aditivo en alimentos.
$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$		En la fabricación de cohetes para señales luminosas (rojo).
$\text{BaSO}_4$		Como pigmento en la detección de úlceras gastrointestinales a través de radiografías.
$\text{BaCO}_3$		Como veneno para ratas.
$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$		En la fabricación de cohetes para señales luminosas (verde)
$\text{Ca}(\text{ClO})_2$		Como agente blanqueador: de harina, en la industria textil y papelera, en la refinación de azúcar y como blanqueador doméstico (clorálex).
$\text{CaCO}_3$		Principal constituyente de las conchas marinas, corales, cáscara de huevo, caracoles, mármol, perlas. Es el principal ingrediente del cemento. Se utiliza como antiácido en la fabricación de vinos y pastas dentales.
$\text{NH}_4\text{NO}_3$		En la fabricación de fertilizantes, explosivos, insecticidas y herbicidas. Como combustible sólido para cohetes.
$\text{NaClO}$		Se utiliza como blanqueador y desinfectante.
$\text{KClO}_3$		Se usa como agente oxidante y en la elaboración de explosivos y cerillos.

## Nomenclatura de hidruros iónicos

Los hidruros iónicos son compuestos que resultan de la unión química entre un metal y el hidrógeno. En este tipo de compuestos el hidrógeno se presenta como anión,  $H^-$ , y son nombrados en la forma siguiente:

Fórmula	Nombre
LiH	Hidruro de litio
NaH	Hidruro de sodio
MgH <sub>2</sub>	Hidruro de magnesio
CaH <sub>2</sub>	Hidruro de calcio
AlH <sub>3</sub>	Hidruro de aluminio
HgH <sub>2</sub>	Hidruro de mercurio (II)
PbH <sub>4</sub>	Hidruro de plomo (IV)
GaH <sub>3</sub>	Hidruro de galio (III)
KH	Hidruro de potasio

### Hidruros iónicos

Los hidruros formados con los metales de transición se conocen como hidruros intersticiales, porque consisten en una red metálica más o menos distorsionada, dentro de la cual se encuentran dispersos los átomos de hidrógeno, ocupando los huecos disponibles en la estructura del metal.

Debido a esto, es muy difícil contar con un buen contenedor metálico para el hidrógeno, ya que éste se mete entre los intersticios metálicos. De los metales de transición, el paladio es el que mayor capacidad tiene para absorber hidrógeno y formar hidruros.



**Actividad 3.18** Escriba los nombres de los siguientes hidruros.

Fórmula	Nombre	Usos
LiH		Como agente reductor en síntesis orgánica.
LiAlH <sub>4</sub>		En la síntesis de compuestos farmacéuticos y perfumes.

### Conozca más...

#### Hidruros metálicos

La fácil absorción del  $H_2$  por el metal paladio se ha empleado para separar  $H_2$  de otros gases y para la purificación del hidrógeno a escala industrial. A una temperatura de 300 a 400 K, el  $H_2$  se disocia en hidrógeno atómico sobre la superficie del Pd. Los átomos de H se disuelven en metal y bajo la presión de  $H_2$ , los átomos se difunden y se recombinan para formar  $H_2$  sobre la superficie opuesta. Debido a que ninguna otra molécula presenta esta propiedad, el resultado es hidrógeno ( $H_2$ ) absolutamente puro.

### 3.5 Enlace metálico

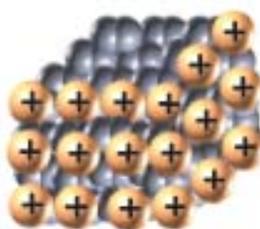
Los metales son sustancias reticulares, es decir están constituidos por una red cristalina. En un cristal metálico, los átomos se pueden imaginar como una estructura de iones positivos inmersos en una nube de electrones externos deslocalizados. Como ejemplos de sustancias reticulares metálicas se encuentran todos los elementos metálicos.

#### Modelo de un cristal metálico

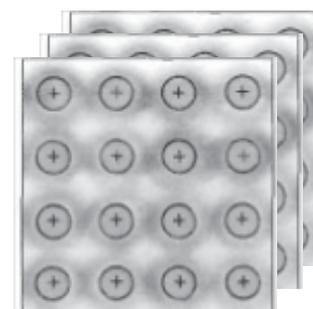
Cada círculo representa a un ion metálico y el área gris representa a los electrones externos deslocalizados. En el modelo se representan a los átomos metálicos como iones, pero en realidad siguen siendo una red de átomos metálicos, porque sus electrones los siguen compartiendo aunque estén deslocalizados.



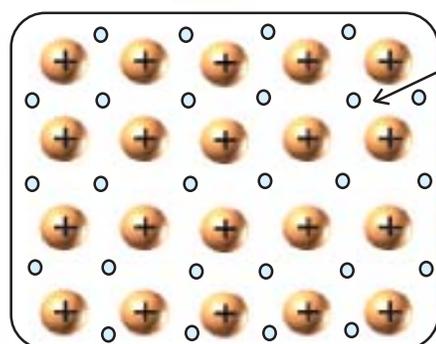
Empaquetamiento de los átomos de un metal



Modelos que representan a un cristal metálico



La gran fuerza de cohesión que le da resistencia mecánica a las estructuras metálicas se explica a partir de esta deslocalización de electrones y la gran movilidad de los electrones deslocalizados explica el brillo metálico y la buena conductibilidad térmica y eléctrica de los metales. Tal como puede apreciarse en la siguiente figura.



Electrones deslocalizados

Representación del modelo electrónico de un cristal metálico

#### Características de las sustancias reticulares metálicas

Tipo de sustancia	Porción mínima representativa	Fuerzas que mantienen las unidades juntas	Características generales	Ejemplos
Metálica	Átomos	Enlace metálico	Blandos o duros, de bajos a altos puntos de fusión, buenos conductores del calor y la electricidad.	Todos los metales: Fe, Zn, Ca, Na, Cu, Ag, etc.

### 3.6 Enlaces intermoleculares

¿Se pueden atraer las moléculas de un elemento o de un compuesto? ¿Qué pasaría si no se atrajeran?

A las fuerzas que mantienen unidos a los átomos dentro de la molécula se les denomina **fuerzas interatómicas** o **intramoleculares** y a las fuerzas de atracción que se establecen entre las moléculas, se les llaman **fuerzas intermoleculares**.

Los enlaces intermoleculares son conocidos como fuerzas intermoleculares o atracciones intermoleculares y son fuerzas de atracción que se establecen entre las moléculas.

Las fuerzas intermoleculares son generalmente más débiles que las fuerzas intramoleculares, por ello se requiere menor energía para evaporar las moléculas de un líquido que para romper sus enlaces químicos internos.

#### 3.6.1 Fuerzas de van der Waals

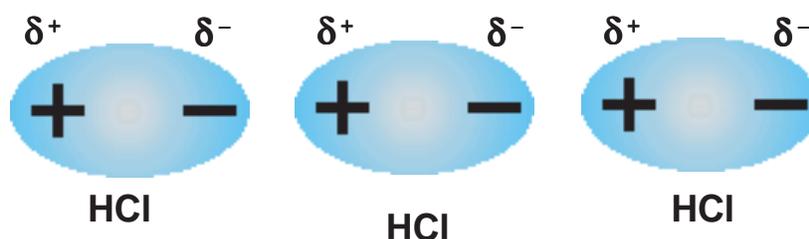
Las fuerzas intermoleculares son de naturaleza electrostática y se denominan **fuerzas de van der Waals**, en memoria del físico holandés. Este tipo de fuerzas son importantes en la determinación de las propiedades físicas de las sustancias, tales como el punto de ebullición, puntos de fusión, solubilidad, estado de agregación de la materia, entre otras.

Las fuerzas de van der Waals pueden ser de tres tipos:

##### a) Fuerzas dipolo-dipolo

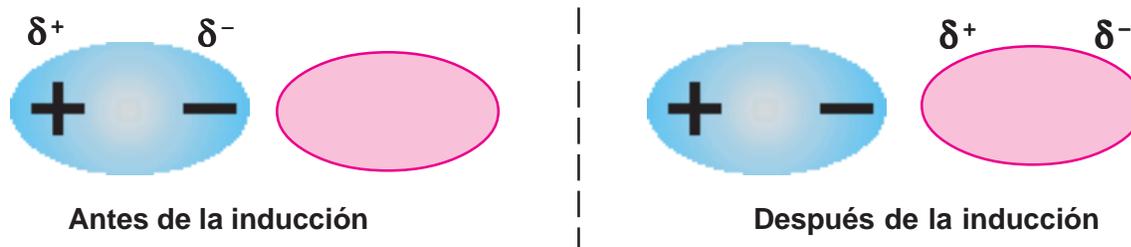
Son fuerzas de atracción que se establecen entre moléculas polares, por ejemplo, HCl, H<sub>2</sub>O, HBr, etc. En este caso, las moléculas se alinean de tal forma que el extremo con carga parcial negativa ( $\delta^-$ ) de una molécula es atraída por el extremo con carga parcial positiva ( $\delta^+$ ) de la otra.

La atracción dipolo-dipolo existe entre las moléculas que son dipolos permanentes

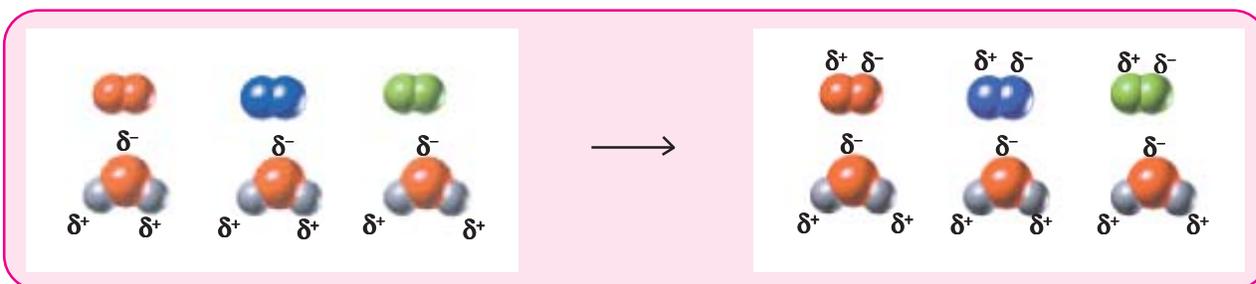


##### b) Fuerzas de inducción de dipolo

Son fuerzas de atracción que se presentan cuando una molécula polar induce un dipolo temporal en una molécula no polar, lo que ocasiona que se presente también entre ellas un enlace temporal.



Un dipolo inducido puede presentarse entre las moléculas de agua y el oxígeno molecular,  $O_2$ , el nitrógeno,  $N_2$  o el cloro,  $Cl_2$ .

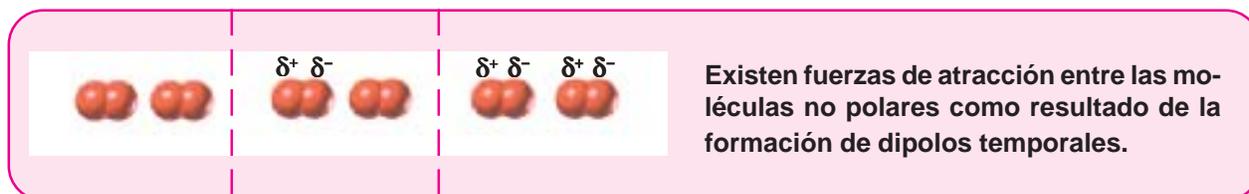


### c) Fuerzas de dispersión de London o fuerzas de London

Las fuerzas intermoleculares que se presentan entre moléculas no polares, como el  $Cl_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CH_4$ ,  $CO_2$ ,  $I_2$ , etc. se les denomina fuerzas de dispersión de London. Estas fuerzas son del tipo dipolo inducido-dipolo inducido.

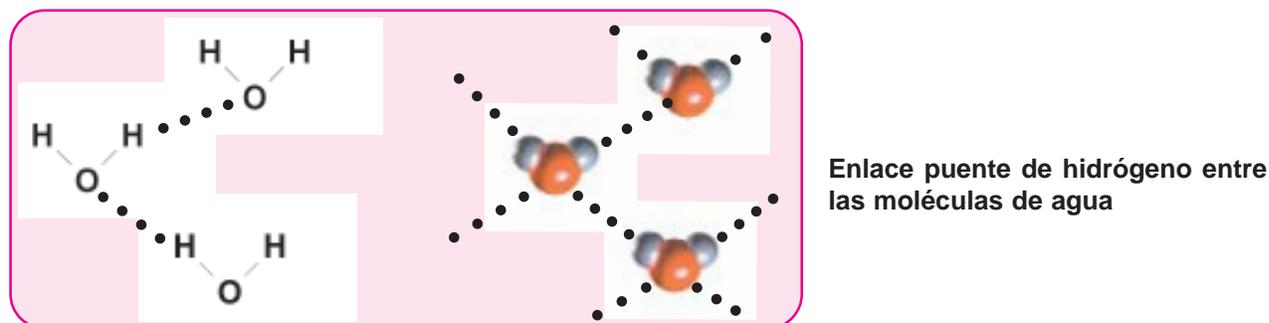
Este tipo de fuerzas explican la existencia del estado líquido y sólido, en las sustancias no polares.

Las sustancias que están compuestas de moléculas no polares normalmente son gases o líquidos, con un bajo punto de ebullición. Las sustancias que están compuestas de moléculas polares, usualmente tienen puntos de ebullición más altos que los compuestos no polares. Muchas de las moléculas polares son sólidas, bajo condiciones normales.



#### 3.6.1 Enlace puente de hidrógeno

El enlace por puentes de hidrógeno es un tipo especial de fuerzas dipolo-dipolo que se presenta cuando el hidrógeno de moléculas polares se encuentra unido a nitrógeno (N), oxígeno (O) o flúor (F). El hidrógeno parcialmente positivo ( $\delta^+$ ) de una molécula, es atraído por el nitrógeno, oxígeno o flúor, parcialmente negativo ( $\delta^-$ ) de la otra molécula.



La energía promedio de un enlace por puente de hidrógeno es mucho mayor que las otras atracciones dipolo-dipolo, por tal razón los enlaces por puente de hidrógeno influyen de manera determinante en las estructuras y propiedades de muchos compuestos.

A partir de la presencia de enlaces por puentes de hidrógeno se pueden explicar varias propiedades. Por ejemplo:

a) El por qué compuestos de baja masa molecular, como el agua, tienen puntos de ebullición altos ( $100^{\circ}\text{C}$ ).

b) El por qué algunas sustancias son muy solubles en otras, por ejemplo, el alcohol etílico es muy soluble en agua, ya que ambos forman puentes de hidrógeno.

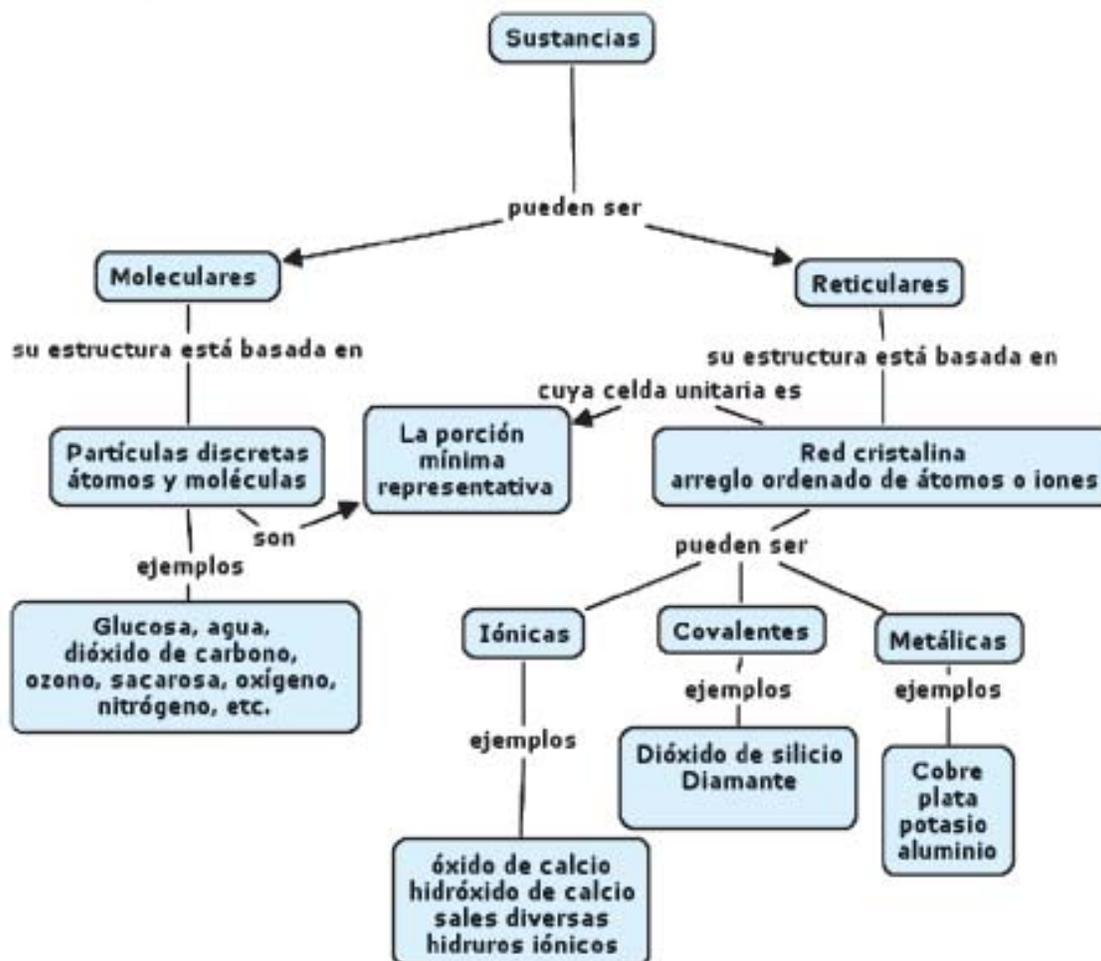


### Actividad 3.19 Relaciona ambas columnas.

- |   |                           |
|---|---------------------------|
| 1. Es la unión que existe entre dos átomos  | ( ) Estructura de Lewis   |
| 2. Representa la estructura interna de un átomo   | ( ) Metales               |
| 3. Representación de un enlace que se hace por medio de puntos o cruces                     | ( ) Puente de hidrógeno   |
| 4. Enlace que se forma por atracción entre iones de carga contraria                         | ( ) $\text{O} = \text{O}$ |
| 5. Es un átomo o grupo de átomos con carga eléctrica.                                       | ( ) Ion                   |
| 6. Un ejemplo de molécula polar es...   | ( ) Covalente             |
| 7. Compuestos con estructura cristalina maleables y buenos conductores de la electricidad   | ( ) Enlace químico        |
| 8. Es una molécula no polar   | ( ) Kernel                |
| 9. Enlace que se forma cuando se comparten electrones                                       | ( ) Iónico                |
| 10. Fuerza intermolecular que se presenta entre átomos muy electronegativos y el hidrógeno. | ( ) $\text{HCl}$          |

**¿Sabías qué ...** los enlaces puente de hidrógeno son los responsables de que el agua no se evapore tan fácilmente y que por tanto, permanezca líquida? Esto permite la vida en el planeta Tierra.

El siguiente mapa conceptual está referido a la clasificación de las sustancias como moleculares o reticulares, mismo que te puede servir de referencia para construir o elaborar el mapa que se te pide en la siguiente actividad.



**Actividad 3.19** Elabora un mapa conceptual utilizando los conceptos que se proporcionan. Si es posible incorpora más conceptos a tu mapa.

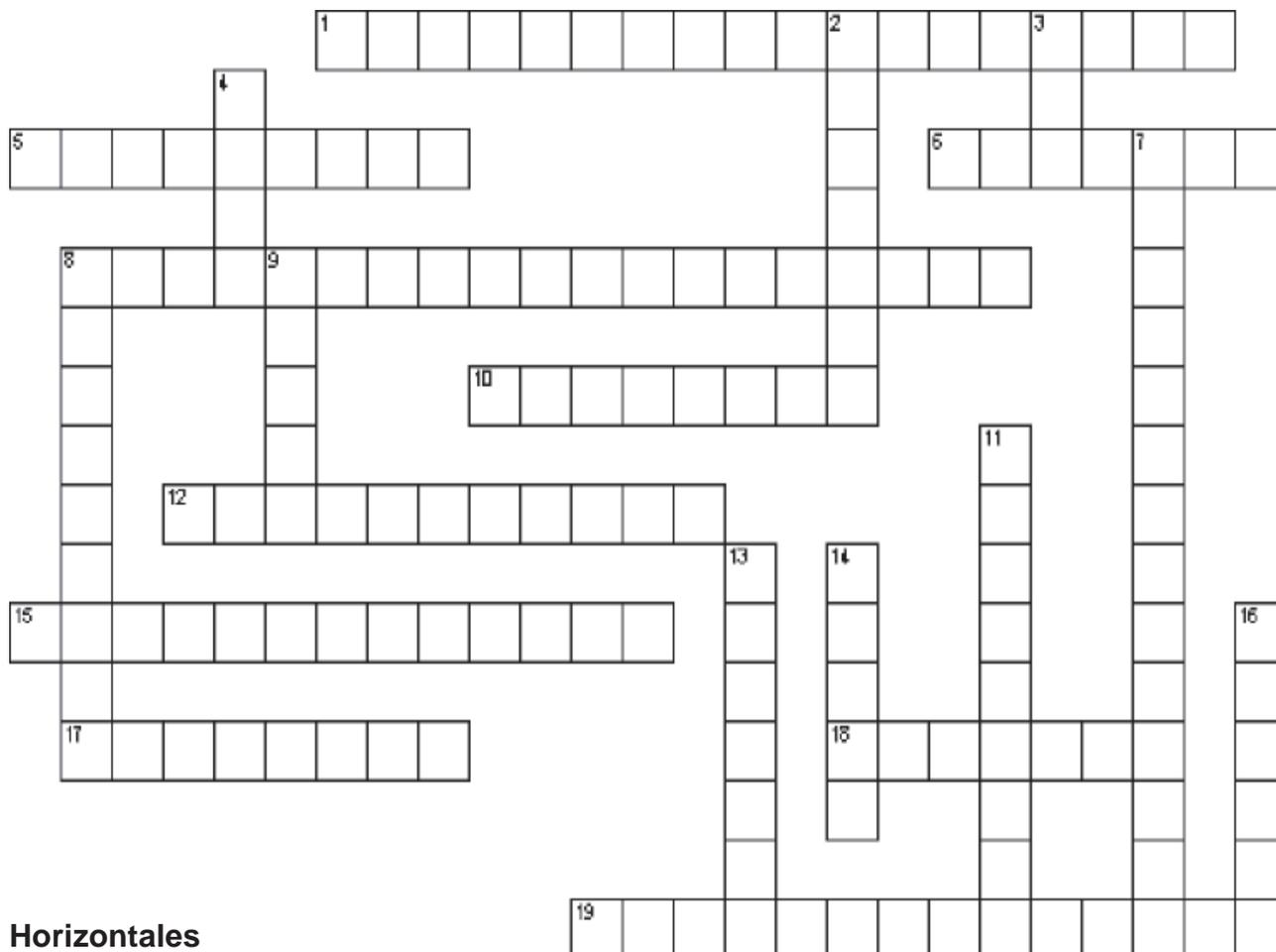
**Conceptos**

<p>Enlace químico Iónico Covalente Metálico Solubles en agua Insolubles en agua Triple Doble Simple Punto de fusión alto Punto de fusión bajo</p>	<p>Covalente coordinado Ejemplos <math>N_2</math>, <math>O_2</math>, HF, NaCl, <math>H_2SO_4</math>, <math>F_2</math>, <math>NH_4^+</math>, CaO Covalente polar Covalente no polar Compuestos</p>
	<p><b>Palabras conectoras posibles</b></p> <p>pueden ser se dividen en presentan son</p>



**Actividad 3.19** Contesta el siguiente crucigrama en forma colaborativa.

### Enlace Químico



#### Horizontales

1. Capacidad de los átomos para atraer los electrones de enlace.
5. Nombre que recibe el grupo donde se encuentra el elemento más electronegativo.
6. Compuestos con puntos de fusión elevados.
8. Enlace que se origina cuando uno de los átomos aporta el par de electrones de enlace.
10. Nombre que reciben los iones positivos.
12. Elementos que en condiciones normales tienen configuraciones electrónicas estables.
15. Nombre que reciben las distintas formas como se unen los átomos.
17. Partícula subatómica fundamental en la formación de enlaces.
18. Molécula con enlace covalente doble, indispensable en la respiración animal.
19. Tendencia de los átomos a completar ocho electrones en su último nivel.

**Verticales**

2. Nombre que reciben los iones negativos.
3. Átomo o grupo de átomos que ha ganado o perdido electrones.
4. Compuesto polar indispensable para la vida.
7. Enlace que se forma al compartir dos pares de electrones entre dos átomos.
8. Enlace que se forma debido a la compartición de electrones entre los átomos.
9. Propuso la representación de los enlaces por puntos y cruces.
11. Molécula con enlace covalente triple, su elemento constituyente pertenece al grupo VA.
13. Región espacio energética donde se localizan los electrones.
14. Elemento más electronegativo de la tabla periódica.
16. Enlace formado por transferencia de electrones.



**Actividad 3.20** Encuentra los conceptos enlistados abajo, en la siguiente ejercicio denominado sopa de letras.



ENLACE  
COVALENTE  
IONICO  
METALICO  
COORDINADO  
ELECTRONEGATIVIDAD  
CATION

ANION  
ELECTRON  
LEWIS  
OCTETO  
COMPUESTO  
ELEMENTO  
RETICULARES

MOLECULAS  
IONES  
CRISTAL  
ATOMO  
GASES  
SÓLIDOS



**Actividad 3.21** Contesta las siguientes preguntas relacionadas con enlace químico y nomenclatura

1. La regla del octeto se basa en:
  - a) La configuración electrónica externa de los elementos de transición
  - b) La estabilidad química de los gases nobles debido a su configuración electrónica externa
  - c) La configuración electrónica del elemento con número atómico 8
  - d) a y b son correctas
  - e) Ninguna de las anteriores
2. ¿Cuál de los siguientes enunciados caracteriza la formación de un enlace iónico?
  - a) Metal + no metal, transferencia de electrones
  - b) No metal + no metal, compartición de electrones
  - c) Metal + metal, cationes envueltos con una nube de electrones deslocalizados
  - d) No metal + metal, compartición de electrones
  - e) Ninguna de las anteriores
3. El enlace por puente de hidrógeno une...
  - a) átomos
  - b) moléculas
  - c) mezclas
  - d) iones
  - e) ninguna de las anteriores
4. La polaridad en las moléculas se presenta cuando se unen...
  - a) iones positivos
  - b) átomos de diferente electronegatividad
  - c) iones negativos
  - d) átomos con igual electronegatividad
  - e) ninguna de las anteriores
5. El enlace covalente coordinado o dático, se establece cuando los electrones compartidos son...
  - a) donados por uno de los átomos enlazados
  - b) atraídos mutuamente
  - c) aportados por los dos átomos enlazados
  - d) aportados por cada átomo de la molécula
  - e) ninguna de las anteriores
6. Son ejemplos de compuestos covalentes:
  - a)  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Cl}_2$
  - b)  $\text{O}_2$ ,  $\text{Li}_2\text{S}$
  - c) Todas las anteriores
  - d)  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KBr}$
7. Al perder o ganar electrones un átomo se transforma en un...
  - a) elemento
  - b) compuesto
  - c) cualesquiera de los anteriores
  - d) ion
8. El enlace por puente de hidrógeno puede establecerse entre moléculas...
  - a) no polares que contienen hidrógeno
  - b) polares que no contienen hidrógeno

- c) polares que contienen hidrógeno  
d) no polares que no contienen hidrógeno  
e) ninguna de las anteriores
9. ¿Cuáles de los siguientes pares de elementos son sólidos?  
a)  $H_2$ , Ne    b) Ca, Ag    c) Ga,  $O_2$     d) K,  $Cl_2$     e) Ninguno de los anteriores
10. ¿Cuál de los siguientes compuestos es covalente polar?  
a) HF    b)  $CCl_4$     c)  $O_2$     d) Todos los anteriores    e) Ninguno de los anteriores
11. De los siguientes compuestos ¿cuál presenta mayor punto de fusión?  
a)  $CO_2$     b)  $Cl_2$     c) KCl    d) HBr    e) No se puede determinar
12. En esta molécula se establece el enlace por puente de hidrógeno:  
a) BaS    b)  $H_2O$     c)  $C_2H_6$   
d) Los incisos b) y c) son correctos    e) Ninguna de las anteriores
13. Todos los compuestos siguientes son iónicos, con excepción de:  
a)  $MgBr_2$     b)  $CaI_2$     c)  $CCl_4$     d) NaCl    e)  $AlCl_3$
14. Para formarse un enlace iónico se requiere de...  
a) dos metales    b) dos no metales    c) un no metal y un metal  
d) dos metaloides    e) ninguna de las anteriores
15. ¿Con cuál elemento, el cloro puede formar un enlace covalente simple; con la característica de que ambos elementos cumplan la regla del octeto?  
a) Hidrógeno    b) Cloro    c) Potasio    d) Calcio    e) Sodio
16. ¿Cuál de los siguientes elementos formaría un enlace iónico con el flúor?  
a) Sodio    b) Litio    c) Calcio    d) Magnesio    e) Todos los anteriores
17. El cloruro de potasio en solución acuosa conduce la corriente eléctrica debido a que  
a) los iones no se disocian al estar en contacto con el agua  
b) los iones se disocian al estar en contacto con el agua  
c) los átomos comparten un par de electrones  
d) los átomos comparten dos pares de electrones  
e) ningunas de las anteriores
18. El NaCl es un compuesto iónico debido a que...  
a) los átomos comparten electrones    b) está unido un metal con un no metal  
c) dos no metales se encuentran unidos    d) los incisos a) y b) son correctos  
e) ninguna de las anteriores
19. ¿Cuál de los siguientes compuestos presenta enlaces covalentes coordinados?  
a)  $H_2SO_4$     b)  $HNO_3$     c)  $H_3PO_4$     d)  $HClO_3$     e) Todas las anteriores

20. Cuando se unen elementos metálicos que tienen: uno, dos o tres electrones de valencia con no metales, lo hacen...
- a) compartiendo electrones    b) ganando electrones    c) perdiendo electrones  
d) cediendo y ganando electrones    e) ninguna de las anteriores
21. ¿Qué sucede cuando dos átomos de electronegatividades muy diferentes, se unen?
- a) El de mayor electronegatividad, gana electrones  
b) El de menor electronegatividad gana electrones  
c) El de menor electronegatividad pierde electrones  
d) Los incisos a y c son correctos  
e) Ninguna de las anteriores es correcta
22. Cuando el átomo de magnesio participa en una reacción química...
- a) pierde un electrón    b) gana un electrón    c) pierde dos electrones  
d) gana dos electrones    e) ninguna de las anteriores es correcta
23. ¿En los siguientes pares de elementos, cuál enlace presenta mayor polaridad?
- a) H-I    b) C-H    c) H-Cl    d) H-O    e) H-F
24. ¿Cuál es la estructura de Lewis para el ion aluminio?
- a)  $\ddot{\text{Al}}:^{(-)}$     b)  $:\ddot{\text{Al}}:^{(+)}$     c)  $:\ddot{\text{Al}}:^{(+)}$     d)  $:\ddot{\text{Al}}:^{(-)}$   
e) Ninguna de las anteriores es correcta
25. La estructura de Lewis para el átomo de fósforo es:
- a)  $\cdot\ddot{\text{P}}:$     b)  $:\ddot{\text{P}}:$     c)  $:\ddot{\text{P}}:$     d)  $:\ddot{\text{P}}\cdot$   
e) Ninguna de las anteriores es correcta
26. ¿Cuál de las siguientes representaciones de iones es correcta?
- a)  $\text{Na}^{2+}$     b)  $\text{S}^-$     c)  $\text{P}^{3-}$     d)  $\text{Mg}^{3+}$     e)  $\text{Fe}^+$
27. ¿Cuál de las siguientes moléculas es polar?
- a)  $\text{CH}_4$     b)  $\text{CO}_2$     c)  $\text{CCl}_4$   
d)  $\text{NH}_3$     e) Ninguna de las anteriores es correcta
28. ¿Cuál de las siguientes moléculas es no polar?
- a)  $\text{CH}_4$     b)  $\text{HF}$     c)  $\text{HCl}$     d)  $\text{H}_2\text{O}$     e)  $\text{HI}$
29. Compuesto más utilizado en el hogar y en nuestra vida cotidiana.
- a) Cloruro de sodio    b) Sulfato de sodio  
c) Hidróxido de sodio    d) Carbonato de sodio    e) Nitrato de sodio



