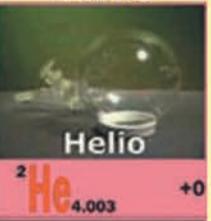
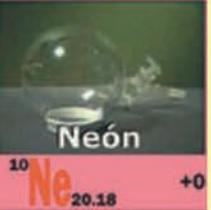
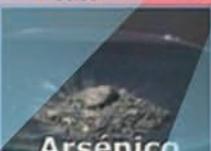
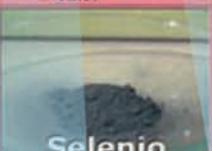
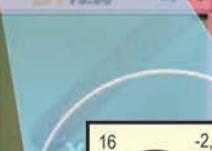
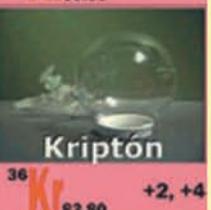
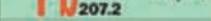
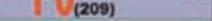
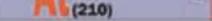
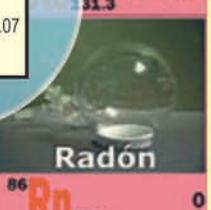


# Química General

*Un enfoque en competencias*

PLAN 2015

VIIIA

IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
 <p><b>Boro</b></p> <p><sup>5</sup>B 10.81 +1, +3</p>	 <p><b>Carbono</b></p> <p><sup>6</sup>C 12.01 -4, +2, +4</p>	 <p><b>Nitrógeno</b></p> <p><sup>7</sup>N 14.01 -3, +1, +2 +3, +4, +5</p>	 <p><b>Oxígeno</b></p> <p><sup>8</sup>O 16.00 -2, -1</p>	 <p><b>Flúor</b></p> <p><sup>9</sup>F 19.00 -1</p>	 <p><b>Helio</b></p> <p><sup>2</sup>He 4.003 +0</p>
 <p><b>Aluminio</b></p> <p><sup>13</sup>Al 26.98 +3</p>	 <p><b>Silicio</b></p> <p><sup>14</sup>Si 28.09 -4, +4</p>	 <p><b>Fósforo</b></p> <p><sup>15</sup>P 30.97 -3, +1, +3 +5</p>	 <p><b>Azufre</b></p> <p><sup>16</sup>S 32.07 -2, +2, +4 +6</p>	 <p><b>Cloro</b></p> <p><sup>17</sup>Cl 35.45 -1, +1, +3 +5, +7</p>	 <p><b>Neón</b></p> <p><sup>10</sup>Ne 20.18 +0</p>
 <p><b>Galio</b></p> <p><sup>31</sup>Ga 69.72</p>	 <p><b>Germanio</b></p> <p><sup>32</sup>Ge 72.59 -4, +4</p>	 <p><b>Arsenico</b></p> <p><sup>33</sup>As 74.92 -3, +3, +5</p>	 <p><b>Selenio</b></p> <p><sup>34</sup>Se 78.96 -2, +2, +4 +6</p>	 <p><b>Bromo</b></p> <p><sup>35</sup>Br 79.90 -1, +1, +3 +5, +7</p>	 <p><b>Argón</b></p> <p><sup>18</sup>Ar 39.95 0</p>
 <p><b>Indio</b></p> <p><sup>49</sup>In 114.8 +1, +3</p>	 <p><b>Estaño</b></p> <p><sup>50</sup>Sn 118.7 +2, +4</p>	 <p><b>Antimonio</b></p> <p><sup>51</sup>Sb 121.8 +3, +5</p>	 <p><b>Telurio</b></p> <p><sup>52</sup>Te 127.6 -2, +2, +4 +6</p>	 <p><b>Yodo</b></p> <p><sup>53</sup>I 126.9 -1, +1, +3 +5, +7</p>	 <p><b>Kriptón</b></p> <p><sup>36</sup>Kr 83.80 +2, +4</p>
 <p><b>Talio</b></p> <p><sup>81</sup>Tl 204.4 +1, +3</p>	 <p><b>Plomo</b></p> <p><sup>82</sup>Pb 207.2 +2, +4</p>	 <p><b>Bismuto</b></p> <p><sup>83</sup>Bi 209.0 +3, +5</p>	 <p><b>Polonio</b></p> <p><sup>84</sup>Po (209) +2</p>	 <p><b>Astatina</b></p> <p><sup>85</sup>At (210) -1</p>	 <p><b>Xenón</b></p> <p><sup>54</sup>Xe 131.3 +2, +4, +6</p>
 <p><b>Talio</b></p> <p><sup>81</sup>Tl 204.4 +1, +3</p>	 <p><b>Plomo</b></p> <p><sup>82</sup>Pb 207.2 +2, +4</p>	 <p><b>Bismuto</b></p> <p><sup>83</sup>Bi 209.0 +3, +5</p>	 <p><b>Polonio</b></p> <p><sup>84</sup>Po (209) +2</p>	 <p><b>Astatina</b></p> <p><sup>85</sup>At (210) -1</p>	 <p><b>Radón</b></p> <p><sup>86</sup>Rn (222) 0</p>

Javier Cruz Guardado  
 María Elena Osuna Sánchez  
 Jesús Isabel Ortiz Robles  
 Guillermo Ávila García  
 Olga Graciela Alarcón Pineda



# Química General

*Un enfoque en competencias*

# Química General

*Un enfoque en competencias*

Portada:

*Enrique Gutiérrez Moreno*

Corrección de estilo y ortografía:

*Javier Cruz Guardado, Guillermo Ávila García,  
María Elena Osuna Sánchez y Asención Florina Ramírez Bernal.*

Cuidado de la edición:

*Javier Cruz Guardado, María Elena Osuna Sánchez,  
Jesús Isabel Ortíz Robles y Guillermo Ávila García.*

1ª edición, 2011.

1ª reimpresión, febrero 2012.

2ª reimpresión, mayo 2013.

3ª reimpresión, marzo 2014.

2ª edición, 2015.

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

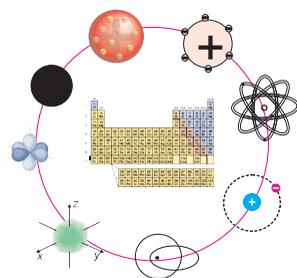
Presentación . . . . .	9
------------------------	---

## Unidad I



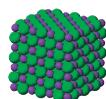
El objeto de estudio de la química y sus niveles de representación . . . . .	13
La química y su relación con las demás ciencias . . . . .	19
Los procesos químicos y su relación CTSA. . . . .	24
Elabora tu proyecto de ciencias . . . . .	32
Los cuerpos materiales de tu entorno . . . . .	35
Las propiedades de las sustancias . . . . .	49
Los cambios en las sustancias. . . . .	58

## Unidad II



El átomo y sus partículas . . . . .	71
Los isótopos: beneficios y riesgos. . . . .	88
El modelo de Bohr y la distribución de electrones . . . . .	97
El modelo atómico mecanocuántico . . . . .	102
Configuración electrónica y periodicidad. . . . .	116
Las propiedades periódicas. . . . .	139

## Unidad III



La construcción de fórmulas químicas . . . . .	151
Las sustancias iónicas: tipo de enlace, nomenclatura e importancia en la vida cotidiana . . . . .	158



Las sustancias covalentes: tipo de enlace, nomenclatura e importancia en la vida cotidiana . . . . .	170
--	-----

## Anexos

El trabajo en el laboratorio: reglas de higiene y seguridad . . . . .	187
---	-----

### Actividad experimental 1

Conocimiento y uso del material más común en el laboratorio . . . . .	189
---	-----

### Actividad experimental 2

Del conocimiento empírico al conocimiento científico. . . . .	192
---	-----

### Actividad experimental 3

La densidad de los cuerpos materiales . . . . .	194
---	-----

<b>Actividad experimental 4</b>	
Métodos de separación de mezclas . . . . .	195
<b>Actividad experimental 5</b>	
Los cambios en las sustancias. . . . .	200
<b>Actividad experimental 6</b>	
La luminiscencia del cascarón de huevo. . . . .	205
<b>Actividad experimental 7</b>	
Espectros a la flama . . . . .	208
<b>Actividad experimental 8</b>	
Conductividad eléctrica en las disoluciones. . . . .	210
<b>Instrumentos de evaluación para evaluar el curso</b>	
a. Lista de cotejo para evaluar mapa conceptual . . . . .	215
b. Lista de cotejo para evaluar el escrito reflexivo . . . . .	216
c. Escala de rango para evaluar proyecto de ciencias . . . . .	218
d. Lista de cotejo para evaluar el reporte de laboratorio . . . . .	220
e. Lista de cotejo para evaluación de examen . . . . .	221
<b>Bibliografía . . . . .</b>	<b>222</b>

# Química General

## *Un enfoque en competencias*

### Presentación

El propósito de la asignatura de Química General nos remite a la búsqueda de explicaciones de los fenómenos que ocurren en nuestra vida cotidiana, haciendo uso de los tres niveles de representación de la química, teorías, leyes o principios químicos para explicar los cambios y las propiedades de las sustancias, poniendo especial énfasis en nomenclatura, elaboración de fórmulas y aplicaciones de las sustancias inorgánicas, que permita al estudiante valorar la relación de la química con la mejora de la calidad de vida y el ambiente.

Con base en lo anterior, al finalizar el curso, el alumno:

- *Explica cambios, propiedades y nomenclatura de las sustancias inorgánicas al hacer uso de conocimiento básico de la química para valorar la relación de esta ciencia con la mejora de la calidad de vida y el ambiente.*

El libro de Química General: un enfoque en competencias, se encuentra alineado al programa de la asignatura Química General que pertenece al componente básico del área de ciencias experimentales del bachillerato de la UAS, plan 2015.

El perfil del egresado de nuestro bachillerato retoma las competencias genéricas y disciplinares planteadas en el MCC inscrito en la RIEMS que se desarrolla en México, de las cuales algunas son idénticas, otras reformuladas y se adicionan nuevas como aportaciones originales por parte del bachillerato de la UAS.

Responde a las orientaciones del Marco Curricular Común del Sistema Nacional de Bachillerato, al promover 14 atributos de 6 competencias genéricas y 11 competencias disciplinares básicas del área de las ciencias experimentales en los jóvenes bachilleres.

Es importante señalar que a los respectivos atributos de las competencias genéricas y a las competencias disciplinares básicas se le han incorporado criterios de aprendizaje, con la finalidad de expresar la intención didáctica de las competencias.

La obra en sí consta de tres unidades y dos anexos. La primera unidad se denomina: La química y los cuerpos materiales de la vida cotidiana. La segunda unidad: Estructura atómica y tabla periódica y la tercera unidad: Las sustancias: sus enlaces, nomenclatura y aplicaciones. En el primer anexo se incorporan las prácticas del laboratorio a desarrollar durante el curso. En el segundo anexo, se incorporan los instrumentos de evaluación que pueden ser utilizados para evaluar tanto los subproductos como el producto integrador.

Cada unidad, se encuentra diseñada para ser trabajada por procesos, desde el enfoque en competencias, el modelo didáctico que se plantea seguir es el de las cinco dimensiones del aprendizaje de Marzano (2005), Chan y Tiburcio (2000).

### Sensibilización-motivación-problematización

En esta fase se busca generar las condiciones motivacionales pertinentes para que los alumnos participen activamente en la interacción constructiva de los saberes que se promueven desde la asignatura. Cada proceso inicia con un conjunto de preguntas de indagación, de falso-verdadero. En algunos procesos se incorporan preguntas abiertas.

### Adquisición y organización del conocimiento

En esta fase se busca que el docente promueva la capacidad lectora e indagatoria del alumno, necesarias para la apropiación y organización de los saberes conceptuales propios de la asignatura, que le permitan relacionar el conocimiento previo con el nuevo.

## Procesamiento de la información

En el procesamiento de la información el alumno hace uso de las habilidades cognitivas, como comparar, clasificar, deducir, inducir, inferir, analizar, sintetizar, entre otras, para interiorizar, aprender o hacer suya la información.

## Aplicación de la información

En esta fase el estudiante realiza la aplicación práctica de lo adquirido y procesado durante el proceso.

## Metacognición-autoevaluación

En esta última fase, orientada a la actividad metacognitiva, se regresa a las preguntas iniciales, con la finalidad de que el estudiante reflexione sobre ellas y aprenda a argumentar, porqué la respuesta es falsa o verdadera.

Esperamos que este libro sea utilizado como un recurso básico para promover el desarrollo de las competencias genéricas y disciplinares en los estudiantes. En él encontrarán actividades, y productos que permitan evidenciar el desempeño de los estudiantes. Así mismo aparecen tres anexos, en el primero se enuncian las reglas y normas para la actividad experimental. En el segundo se presentan y sugieren las actividades experimentales a desarrollar durante el curso y un tercero en el que se proponen algunos instrumentos de evaluación.

En esta obra deseamos agradecer a los profesores de las diferentes unidades académicas que participaron en la primera edición de 2007 por su apoyo recibido, ellos son:

Jesús Isabel Ortíz Robles, Edelia Godínez Martínez, Griselda Zavala Bejarano, Gloria Maribel Zavala Bejarano, Gloria Fca. Navarrete Sarabia, Angélica María Félix Madrigal, Xiomara Karina Perales Sánchez, Olga G. Alarcón Pineda, E. Sayoko Kitaoka Lga, Dalma Lorena Hernández, Gilberto García Ramírez y Alejandra Manjarrez González, Felipa Acosta Ríos, Blanca Delia Coronel, M., César Cabrera Jáuregui, Jesús Paul Ríos Urias, Luz del Carmen Félix Garay, Silvino Valdez Inda, Jenny Salomón, Jorge Rafael Linares Amarillas, Leobardo Hernández Martínez, Carlos Lenin Lin, Blanca Gutiérrez Ruiz, Félix Francisco Aguirre, Asia Cecilia Carrasco Valenzuela, Maura Elena Velázquez, Rosa R. Romero Castañeda, Hugo E. Rivera y Martín Sarabia Zambrano, María Luisa González Verdugo, Nora Leyva Leyva, Cuauhtémoc Romero Sánchez, Rocío Cervantes Cervantes, Eloisa Bojórquez Castro, Sandra Carmina Osuna Izaguirre, Margarita Elizabeth Ramírez Vega Grimalda Sánchez Romo, Zenaida Meza Villalba, Carlos Valdez Miranda, Conrado Alfonso Díaz Acosta, Conrado Alfonso Díaz Acosta, Carlos Valdez Miranda, Ángel Rafael Álvarez Paz, María del Rosario Mascareño Mendoza, Rosa Imelda Moreno Flores, Leticia Márquez Martínez, Gabriela Galindo Galindo, Denisse Vega Gaxiola, Paúl Cháidez Ramírez, Judith Fuentes Márquez, Juan Ariosto Quiroa Ceyca, Angélica María Lázare González, Enedina Leyva Meléndrez, Margarita Soria Gritti, Juana López Sánchez, Quetzalli Alejandra Hernández Zárate, Maricruz Pérez Lizárraga, Héctor Rosas Miranda y Diego Alberto Ayón, Mara Sandra Araceli y Ana Elizabeth Arroyo E., María Lourdes López Machado y Consuelo García Aguilar, Alondra Castro Morales, Martín Camilo Camacho Ramírez, Blanca Leticia Sánchez Silva, Nereyda Díaz Gustavo, Ana Alicia Esquivel Leyva, Ana A. Cervantes Contreras, Ladislao Romero Bojórquez, Bibiane Pierre Noël, Juan Gabriel Castro Flores, Jorge Alberto Rodríguez Escobedo, Marcos Alfredo Lara Flores, Celso Olais Leal, Francisco Lenin Orizaba Franco, Reynaldo Castro Angulo, Ruth Guadalupe Cota Román y César González Ayala, Jesús Torres Sumbra, Martín Robles Soto, Jesús Miguel Trejo Pompa, Blanca E. Ruelas Germán y Del Rosario de los Ángeles Mora.

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.

## UNIDAD I

# La química y los cuerpos materiales de la vida cotidiana



### Introducción

En esta unidad se busca que el alumno aprenda que la química es una ciencia que estudia la composición, estructura, propiedades y cambios de los cuerpos materiales.

En un primer acercamiento, se aborda sólo la composición, propiedades y cambios de los cuerpos materiales, dejando lo referente a la estructura para la siguiente unidad.

Es importante señalar que en cada uno de los procesos de aprendizaje, se buscará que esté presente el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad y Ambiente (CTSA) al analizar algunos cambios químicos que permitan identificar la manera cómo estos se relacionan en un contexto determinado.

Las competencias genéricas y disciplinares, que se promoverán en esta unidad, se muestran en la siguiente tabla, en la cual aparecen los criterios de aprendizaje que permitirán evaluar el nivel de desempeño de los estudiantes, en el logro de las competencias.

**COMPETENCIAS GENÉRICAS**

ATRIBUTO	CRITERIOS DE APRENDIZAJE
4.1 Expresa ideas y conceptos mediante diversos sistemas de representación simbólica.	Identifica sustancias mediante el uso de los niveles de representación simbólica, macroscópica y submicroscópica.
4.3 Identifica y evalúa las ideas clave en un texto o discurso oral e infiere conclusiones a partir de ellas.	Identifica las ideas clave relacionado con las propiedades y cambios de los cuerpos materiales a través de la lectura y subrayado de un texto de química
4.5 Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y expresar ideas, de manera responsable y respetuosa.	Utiliza las tecnologías de la información y la comunicación, de manera responsable y respetuosa.
5.1 Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva en la búsqueda y adquisición de nuevos conocimientos.	Realiza las actividades experimentales siguiendo instrucciones, procedimientos y normas de seguridad, en forma adecuada.
5.2 Ordena información de acuerdo a categorías, jerarquías y relaciones.	Organiza ideas clave acerca de los cuerpos materiales de acuerdo a categorías, jerarquías y relaciones entre ellas.
5.4 Construye hipótesis y diseña y aplica modelos para probar su validez.	Plantea hipótesis, en el diseño y realización de actividades experimentales, de manera clara y coherente.
5.5 Elabora conclusiones y formula nuevas interrogantes, a partir de retomar evidencias teóricas y empíricas.	Elabora conclusiones con base en los resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio.
6.1 Selecciona, interpreta y reflexiona críticamente sobre la información que obtiene de las diferentes fuentes y medios de comunicación.	Selecciona información, acerca del campo de estudio de la química, al acudir a fuentes actuales y apropiadas.
8.1 Plantea problemas y ofrece alternativas de solución al desarrollar proyectos en equipos de trabajo, y define un curso de acción con pasos específicos.	Delimita su objeto de estudio al plantearse problemas del contexto o de la disciplina.
8.3 Asume una actitud constructiva al intervenir en equipos de trabajo, congruente con los conocimientos y habilidades que posee.	Participa en equipos diversos, aportando sus conocimientos y habilidades, con una actitud congruente y constructiva,
11.1 Asume una conciencia ecológica, comprometida con el desarrollo sustentable a nivel local, regional, nacional y planetario.	Identifica la problemática ambiental al analizar un proceso químico en el contexto escolar o industrial.

**COMPETENCIAS DISCIPLINARES**

ÁREA: CIENCIAS EXPERIMENTALES	CRITERIOS DE APRENDIZAJE
1. Establece la interrelación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente en contextos históricos y sociales específicos.	Identifica la interrelación de la química, con el avance de la tecnología, la mejora de la calidad de vida y el ambiente, con base en el estudio de algunos procesos químicos en contextos socioculturales e históricos diversos.
2. Fundamenta opiniones sobre los impactos de la ciencia y la tecnología en su vida cotidiana, asumiendo consideraciones éticas.	Identifica los beneficios y riesgos de la aplicación de la ciencia y la tecnología, al considerar el impacto de un proceso químico en la sociedad y el ambiente.
3. Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas.	Identifica problemas de la química o del contexto, formula preguntas científicas y plantea hipótesis mediante la realización de actividades experimentales y de su proyecto de ciencias.
4. Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.	Registra y sistematiza información pertinente de la actividad experimental, al observar propiedades y cambios en las sustancias.
5. Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones.	Comunica los resultados obtenidos de las prácticas realizadas en el laboratorio con base en los criterios establecidos previamente.
6. Valora las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas.	Identifica preconcepciones personales sobre algunos fenómenos físicos y químicos al hacer explícitas sus nociones.
7. Explicita las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos.	Identifica nociones científicas al explicar procesos químicos y físicos.
10. Relaciona las expresiones simbólicas de un fenómeno de la naturaleza y los rasgos observables a simple vista o mediante instrumentos o modelos científicos.	Describe fenómenos químicos del entorno, al hacer uso de los niveles de representación simbólica, macroscópica y submicroscópica.
13. Relaciona los niveles de organización química, biológica, física y ecológica de los sistemas vivos.	Organiza y relaciona los cuerpos materiales a partir de su composición química y física.
14. Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana.	Aplica las normas de seguridad en el laboratorio a través del manejo adecuado de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades experimentales.

## Propósito de la unidad

**Identifica las propiedades y cambios de los cuerpos materiales para comprender la interrelación Ciencia-Tecnología-Sociedad y Ambiente al revisar algunos procesos químicos en un contexto determinado.**

El objeto de estudio de la química y sus niveles de representación.

- Describe el objeto de estudio y los niveles de representación de la química.
- Utiliza los niveles de representación de la química para explicar algunos fenómenos químicos que suceden en la vida cotidiana.
- Reflexiona sobre la importancia del estudio de la química, así como el uso de los diferentes niveles de representación en la comprensión de esta disciplina.



### Problematización

#### Actividad 1.1

Explora tus conocimientos previos, dando respuesta a las siguientes preguntas abiertas y de falso-verdadero.

1. ¿Qué es la química?

---

---

2. ¿Cuál es el objeto de estudio de la química?

---

---

3. El objeto de estudio de la química son las sustancias.	F	V
4. Las propiedades observables de una sustancia pertenecen al nivel submicroscópico.	F	V
5. En el nivel microscópico los tamaños de los objetos están en el rango de la micra.	F	V
6. Lo macroscópico está referido a aquello que podemos ver, palpar, medir, etc.	F	V
7. El nivel submicroscópico hace referencia a todas las representaciones, modelos o teorías asociadas a los átomos, iones o moléculas.	F	V
8. La fórmula $\text{CO}_2$ representa sólo a la molécula de bióxido de carbono, pero no a la sustancia.	F	V
9. El nivel simbólico representa tanto a lo macroscópico como a lo submicroscópico.	F	V
10. Las fórmulas y ecuaciones químicas pertenecen al nivel simbólico.	F	V

## Adquisición y organización de la información

### Actividad 1.2

En forma individual lee la información que se te proporciona en relación con el objeto de estudio de la química y los niveles de representación.

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 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.

**Química es** la ciencia que estudia la composición, estructura, propiedades y cambio de las sustancias.

Pero, ¿qué son las sustancias?

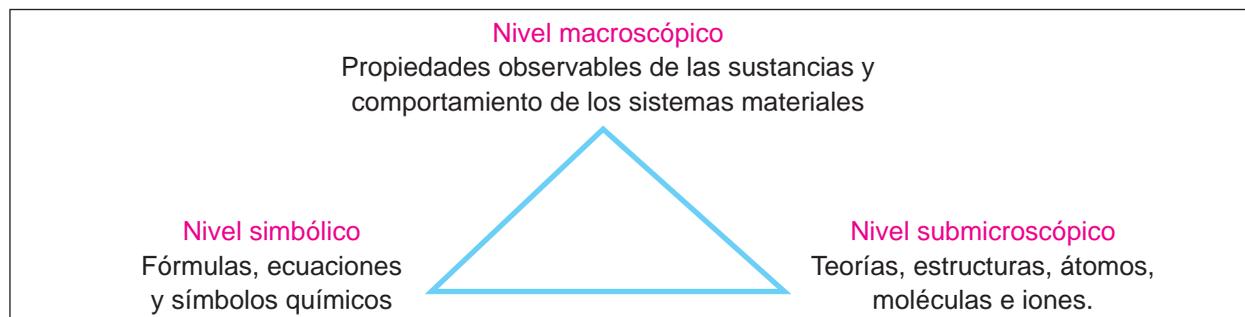
**Una sustancia** es un cuerpo material homogéneo constituido por un sólo tipo de componente, que posee propiedades específicas que la distinguen de las demás. Las sustancias son elementos o compuestos.

La química como ninguna otra disciplina científica, comprende algunos conceptos que son completamente abstractos, que sirven para interpretar las propiedades macroscópicas de los cuerpos materiales y sus cambios.

Según Johnstone (1982), para conseguir una adecuada interpretación de cada uno de los conceptos químicos, es necesario abordarlos a nivel macroscópico, submicroscópico y simbólico.

### Nivel macroscópico

A este nivel corresponden los conocimientos adquiridos a partir de la experiencia sensorial directa del mundo de los hechos o lo concreto. Está referido a todo aquello que podemos construir mediante la información proveniente de nuestros sentidos, basada en propiedades organolépticas, visuales, auditivas y táctiles.



**Fig. 1.1** Niveles de representación en química según Johnstone (1982).

Por ejemplo, el cloruro de sodio es un sólido cristalino, quebradizo.

### Nivel submicroscópico

En este nivel se hace referencia a las representaciones abstractas que un individuo tiene en su mente, asociadas por ejemplo, a esquemas de átomos, moléculas e iones. Pertenece al 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. Por ejemplo, el cloruro de sodio forma una red cristalina de iones sodio  $\text{Na}^+$  e iones cloruro  $\text{Cl}^-$ .



Fig. 1.2. Nivel macroscópico.

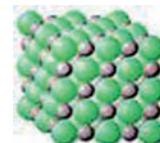


Fig. 1.3. Nivel submicroscópico.

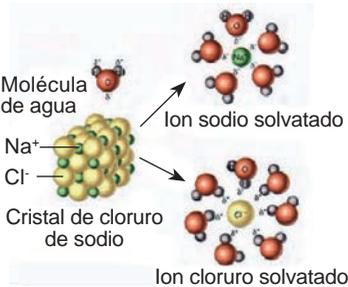
### Nivel simbólico

Este nivel representa el mundo del lenguaje y de los símbolos, involucra formas de expresar conceptos químicos mediante fórmulas, ecuaciones químicas, expresiones matemáticas, gráficos entre otras. Es de lo más abstractos, pues en él se utilizan símbolos químicos para describir lo que sucede en una reacción química a nivel submicroscópico.

Por ejemplo, la fórmula del cloruro de sodio es  $\text{NaCl}$ .

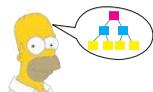
A continuación se muestra un ejemplo del uso de estos tres niveles de representación para las sustancias: agua y aluminio.

Nivel macroscópico	Nivel submicroscópico	Nivel simbólico
 <p><b>Elemento químico: aluminio.</b> A nivel macroscópico se presenta en forma sólida, es un metal ligero de color blanco plateado, con una densidad de <math>2.698 \text{ g/cm}^3</math> y con un punto de fusión de <math>660 \text{ }^\circ\text{C}</math>.</p>	 <p><b>Modelo que representa la red de átomos de aluminio.</b> La sustancia aluminio, está constituida por átomos de aluminio los cuales se unen mediante enlaces metálicos formando redes cristalinas.</p>	<p><b>Al</b></p> <p><b>Símbolo del aluminio: Al.</b> Este representa tanto al elemento químico aluminio, como al átomo de aluminio.</p>
 <p><b>Compuesto químico: agua.</b> El agua a nivel macroscópico se puede presentar en cualquiera de los tres estados físicos: sólido, líquido y gaseoso (vapor). Es incolora, inodora e insípida. Hierve a <math>100 \text{ }^\circ\text{C}</math> a nivel del mar (1 atm).</p>	 <p><b>Modelo que representa a la molécula de agua.</b> La sustancia agua está constituida por moléculas de agua. Cada molécula está integrada por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno. Estos átomos se encuentran unidos por enlaces covalentes simples, formando un ángulo de <math>104.5^\circ</math> aproximadamente.</p>	<p><b><math>\text{H}_2\text{O}</math></b></p> <p><b>Fórmula del agua: <math>\text{H}_2\text{O}</math>.</b> Esta representa al compuesto químico agua, pero también se utiliza para representar a la molécula de agua.</p>

Nivel macroscópico	Nivel submicroscópico	Nivel simbólico
 <p><b>Compuesto químico: cloruro de sodio.</b> Es un sólido con estructura cristalina cúbica. Soluble en agua, con un punto de fusión de 801 °C.</p>	 <p><b>Modelo del cloruro de sodio.</b> Es un compuesto iónico formado por cationes sodio (Na<sup>+</sup>) y aniones cloruro (Cl<sup>-</sup>), que al unirse forman una estructura cúbica.</p>	<p><b>NaCl</b></p> <p><b>Fórmula del cloruro de sodio: NaCl.</b> Esta representa al compuesto cloruro de sodio y a la celda unitaria del cloruro de sodio.</p>
 <p><b>Mezcla de cloruro de sodio en agua.</b> Una disolución saturada de cloruro de sodio en agua, es líquida, incolora y transparente. Permite el paso de la corriente eléctrica, hierve a más de 100 °C al nivel del mar.</p>	 <p><b>Modelo de la mezcla de iones cloruro y sodio en agua.</b> Los iones sodio (Na<sup>+</sup>) y los iones cloruro (Cl<sup>-</sup>) se encuentran disociados, solvatados por las moléculas de agua.</p>	$\text{NaCl}_{(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+_{(ac)} + \text{Cl}^-_{(ac)}$ <p><b>Representación simbólica de la disolución acuosa de cloruro de sodio.</b> Los iones sodio y cloruro se indican con el subíndice (ac) para señalar que los iones se encuentran rodeados por moléculas de agua.</p>

## Procesamiento de la información

### Actividad 1.3



Elabora un mapa conceptual donde organices la información sobre el objeto de estudio de la química y sus niveles de representación.

## Aplicación de la información

## Actividad 1.4



Completa el cuadro comparativo con los tres niveles de representación de cada una de las sustancias indicadas.

Sustancia	Nivel macroscópico	Nivel submicroscópico	Nivel simbólico
Etanol			
Azufre			
Hierro			
Bióxido de carbono			
Sacarosa (Azúcar de caña)			
Agua oxigenada			



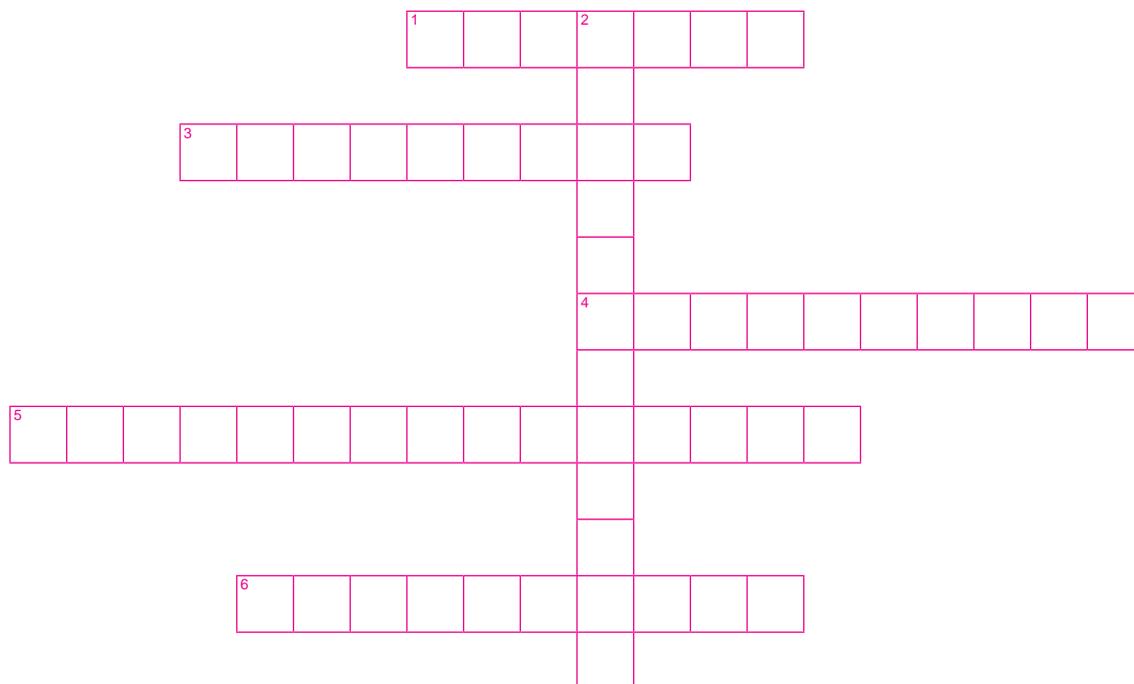
## Autoevaluación

### Actividad 1.5



Resuelve el siguiente crucigrama que aborda el objeto de estudio de la química y sus niveles de representación.

#### Niveles de representación



#### Horizontales

1. Ciencia que estudia las sustancias, sus propiedades y transformaciones.
3. Este nivel está relacionado con la forma de expresar los conceptos a través de fórmulas, ecuaciones químicas, etc.
4. Cuerpos homogéneos constituidos de un mismo componente, que pueden ser elementos o compuestos.
5. A este nivel corresponden las modelizaciones o abstracciones que el ser humano construye para interpretar y explicar los cambios que ocurren en la naturaleza.
6. Son el objeto de estudio de la química.

#### Verticales

2. A este nivel corresponden los conocimientos adquiridos a partir de la experiencia sensorial.

## La química y su relación con las demás ciencias

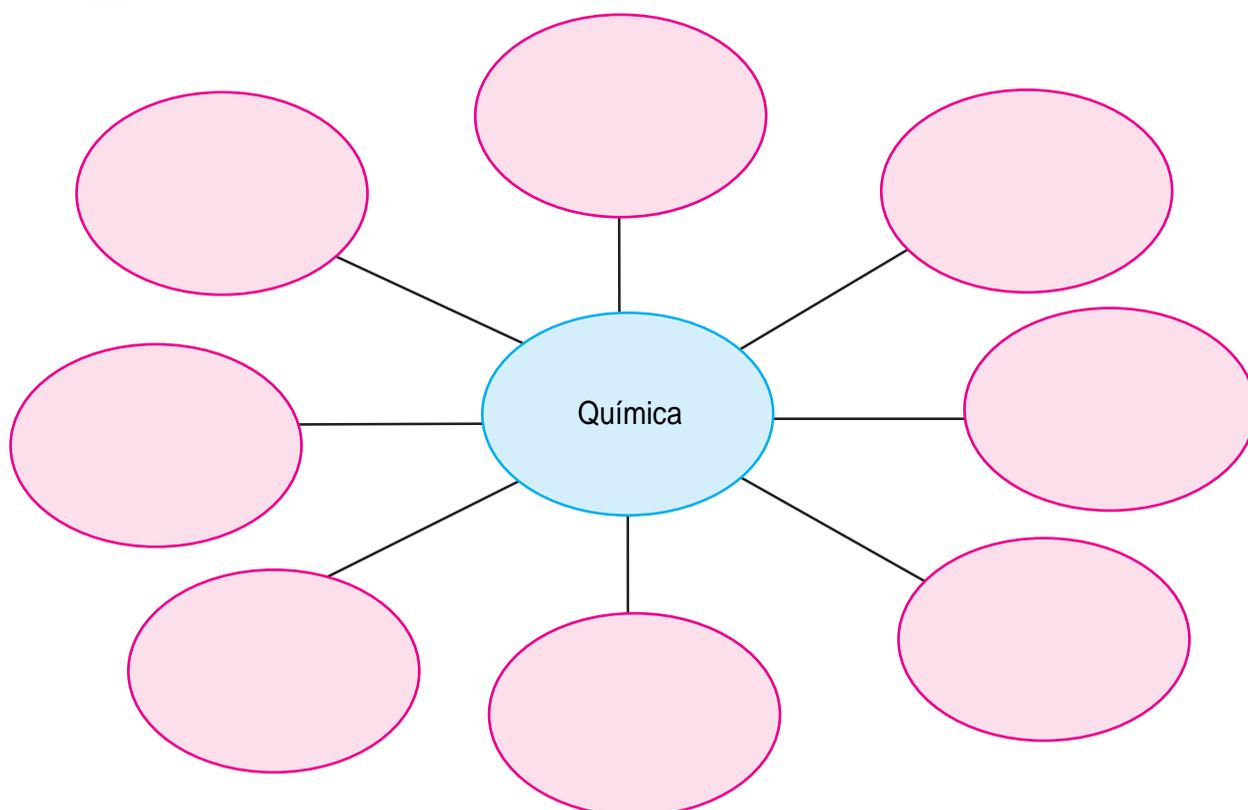
- Describe la relación de la química con otras ciencias.
- Indaga el campo de estudio de la química para establecer la relación de esta disciplina con otras ciencias.
- Valora la contribución de la química en su interrelación con el resto de las ciencias.

### Problematización

#### Actividad 1.6



Explora tus conocimientos previos a través de una lluvia de ideas y elabora un mapa tipo sol donde se muestre la relación de la química con las demás ciencias.



### Adquisición y organización de la información

#### Actividad 1.7

En forma individual lee la información que se te proporciona acerca de la relación de la química con otras ciencias.

La **química** por su **objeto de estudio**, es una ciencia natural, y por su **método de estudio** es una ciencia experimental. En esta ciencia se estudian las sustancias, sus propiedades y las transformaciones que sufren éstas, al interactuar con la energía, para dar lugar a otras nuevas sustancias.

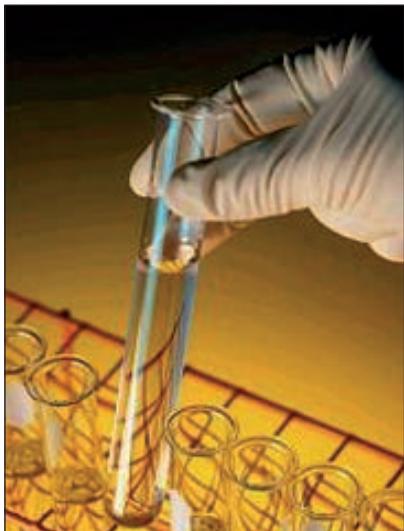


Fig. 1.4 Investigación científica.

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.

Mediante la actividad científica, se pueden desarrollar habilidades como la observación, formulación de preguntas, planteamiento de hipótesis, búsqueda de información, experimentación y contrastación de resultados con las teorías científicas.

A través del método científico 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.

Los límites o fronteras entre las diversas ciencias como la química, la biología y la física, empezaron a desaparecer desde hace muchos años, dando lugar a especialidades como la bioquímica, fisicoquímica, geoquímica, petroquímica, química del carbono, química inorgánica, ingeniería química, química analítica, entre otras.

La interdisciplinariedad en el trabajo científico ha llevado a desarrollar nuevos campos de aplicación de las ciencias, entre ellos, la biología molecular, química ambiental, química nuclear, radioquímica, organometálica, ingeniería genética, toxicología, farmacología, ciencia de los materiales y últimamente la nanociencia.

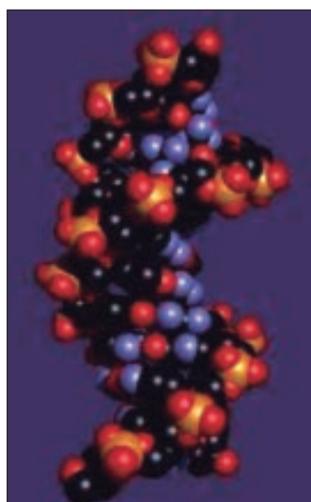


Fig. 1.5 Modelo molecular.

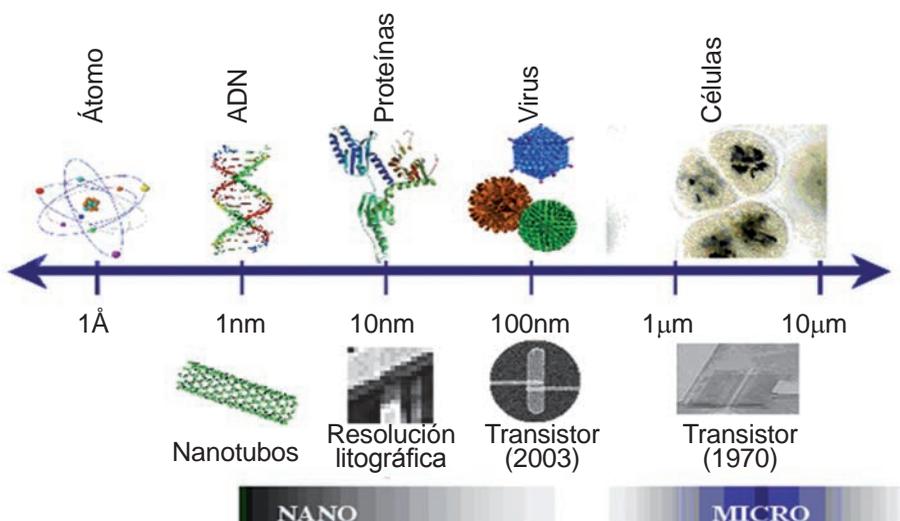


Fig. 1.6 El nanómetro y su comparación.

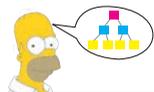
**Actividad 1.8**

Indaga el campo de estudio y aplicaciones de las siguientes ramas de la química.

Rama de la química	Campo de estudio	Aplicaciones
Fisicoquímica		
Bioquímica		
Geoquímica		
Petroquímica		
Química ambiental		
Química nuclear		
Química analítica		
Toxicología		

## Procesamiento de la información

### Actividad 1.9



Elabora un mapa conceptual donde incorpores los conceptos que consideres relevantes sobre la química y su relación con las demás ciencias.

## Aplicación de la información

### Actividad 1.10



En forma individual identifica la rama de la química involucrada en la explicación y solución de las problemáticas presentadas.

1. La presencia de dopaje en el deporte ha llevado a las autoridades deportivas a realizar diferentes estudios, para detectar en los atletas el consumo de sustancias prohibidas que incrementa en forma ilegal su rendimiento. ¿Qué ramas de la química se involucran en la solución de esta problemática?  

---
2. En fechas recientes en los estados de Sonora y Sinaloa, han ocurrido desastres ambientales ocasionados por el derrame o vertido de lixiviados de la minería a los ríos y arroyos, con presencia de metales pesados y sustancias ácidas. ¿Qué ramas de la química se involucran en la solución de esta problemática?  

---
3. En 1984, una bomba de cobalto-60 fue vendida como chatarra al “Yonke el Fénix”. La bomba fue abierta y su contenido desparramado. La chatarra contaminada fue trasladada a la fundidora de Ciudad Juárez y utilizada en la fabricación de varillas para la construcción y otros objetos. Estos fueron vendidos en México y los Estados Unidos, ocasionando uno de los peores accidentes de contaminación radioactiva en el continente americano. ¿Qué ramas de la química se involucran en la solución de esta problemática?  

---



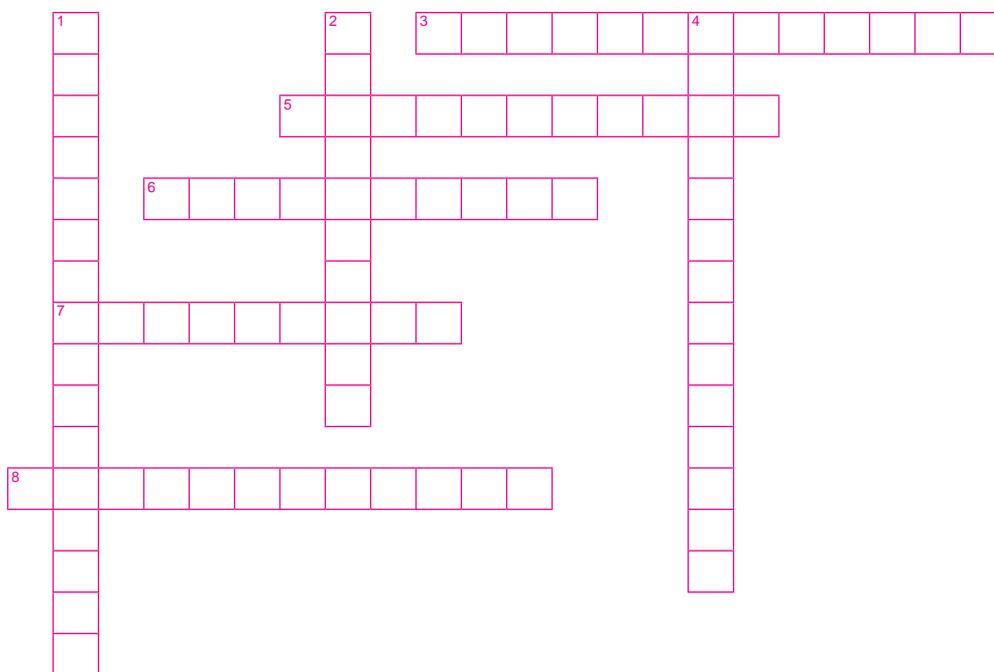
## Autoevaluación

### Actividad 1.11



Resuelve el siguiente crucigrama relacionado con las ramas de la química.

#### Relación de la química con otras ciencias



#### Horizontales

3. Rama de la física que estudia las propiedades físicas de la materia, su estructura y los procesos que intervienen en sus transformaciones, la energía, la velocidad de reacción, etc.
5. Rama de la química que estudia las dosis y los mecanismos de los efectos tóxicos que producen compuestos químicos.
6. Rama de la química que estudia los componentes de los seres vivos que participan en los procesos vitales como proteínas, carbohidratos, lípidos, ácidos nucleicos, etc.
7. Rama de la química que se encarga de identificar y cuantificar las sustancias presentes en una muestra material.
8. Rama de la química que se encarga del estudio de los componentes del petróleo para utilizarlos como materia prima en la obtención de productos químicos.

#### Verticales

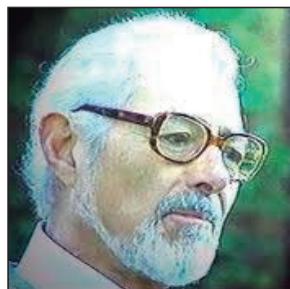
1. Rama de la química que estudia la aplicación del conocimiento químico en la solución de problemáticas ambientales.
2. Rama de la química que estudia la composición y dinámica de los elementos químicos en la Tierra.
4. Rama de la química que estudia las reacciones nucleares que se presentan en los núcleos atómicos inestables.

## Los procesos químicos y su relación CTSA

- Identifica la interrelación de la química con la tecnología, la sociedad y el ambiente.
- Relaciona el desarrollo de algunos procesos químicos con la calidad de vida, derivado del avance científico y tecnológico en diferentes contextos socioculturales e históricos.
- Valora los beneficios y riesgos que ha traído consigo el desarrollo y aplicación de la ciencia y la tecnología, tanto en la calidad de vida como en el deterioro del ambiente.

### Introducción

En este libro buscaremos trascender el enfoque meramente propedéutico para dar paso a un enfoque vinculado con el contexto, como lo es el de Ciencia-Tecnología-Sociedad y Ambiente (CTSA). Desde este enfoque se busca contribuir a la alfabetización científica (AC) y propiciar la formación de



**Fig. 1.8** El Dr. Ruy Pérez Tamayo.

estudiantes críticos, reflexivos, autónomos y participativos, que finalmente se integren a la sociedad como ciudadanos formados e informados, que actúen de manera responsable y propositiva en la resolución de problemas de su entorno. Para ello, es importante promover las competencias genéricas y disciplinares que permitan desarrollar el pensamiento crítico, mediante la discusión y la reflexión de problemáticas del contexto, algunas de ellas generadas por procesos industriales.

Este enfoque promueve una visión más amplia de la ciencia en el estudiante, busca que comprenda la relación que ésta establece con la tecnología, la sociedad y el ambiente.

La ciencia desde esta visión se concibe como un proceso y producto de la actividad social. Congruente con esta visión, Ruy Pérez Tamayo (2007) define a la ciencia y la tecnología:

**Ciencia:** actividad humana creativa cuyo objetivo es la comprensión de la naturaleza y cuyo producto es el conocimiento, obtenido por un método científico organizado en forma deductiva y que aspira a alcanzar consenso entre los expertos relevantes.

Es decir, el conocimiento se considera como proceso de la mente humana, que se construye en forma colectiva a lo largo de la historia, es por ello que la ciencia es parte del legado cultural de la humanidad, necesaria e indispensable para explicar el mundo que nos rodea. Es importante reconocer que el conocimiento científico es provisional y siempre está sujeto a cambio.



**Fig. 1.7** Relación ciencia-tecnología-sociedad y ambiente.



**Fig. 1.9** Generando nuevos conocimientos.

**Tecnología:** actividad humana creativa cuyo objetivo es la transformación de la naturaleza y cuyos productos son bienes de consumo y/o de servicio.

La ciencia y la tecnología influyen sobre la sociedad y el ambiente, en forma positiva o negativa. Sin embargo, es relevante reconocer sus limitaciones y la utilidad en la mejora de calidad de vida y el ambiente.

Los beneficios proporcionados por la química son muy amplios, pero también los riesgos han aumentado; el uso indiscriminado de plásticos, plaguicidas, edulcorantes, fertilizantes, colorantes, saborizantes sintéticos, combustibles fósiles, así como el desecho irresponsable de pilas, ha llevado a generar contaminación de suelo, aire y agua, que de alguna manera están afectando nuestras vidas. Los mantos freáticos contaminados por metales pesados como mercurio, plomo, cadmio, zinc, y el uso de plaguicidas organofosforados ha ocasionado leucemia a los trabajadores y habitantes cercanos a los campos agrícolas.

Ante la problemática ambiental en nuestro país, es importante que como parte de una sociedad, aprendamos a actuar de manera responsable y tomar decisiones que ayuden a una relación sana y equilibrada con la naturaleza.

El estudio de procesos químicos puede ser una estrategia útil para discutir, reflexionar y establecer las relaciones armónicas entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente.

A continuación abordaremos un proceso químico, que en el siglo XIX provocó una fuerte contaminación ambiental en los países de Europa, como lo fue el proceso industrial del carbonato de sodio.

## Problematización

### Actividad 1.12



Explora tus conocimientos previos acerca de los procesos y su relación con la ciencia, tecnología, sociedad y ambiente.

1. ¿Cuál es la fórmula química del carbonato de sodio?  
\_\_\_\_\_
2. ¿Qué aplicaciones conoces acerca del carbonato de sodio?  
\_\_\_\_\_
3. ¿Cuándo escuchas la palabra álcali, que acude a tu mente o con qué la relacionas?  
\_\_\_\_\_
4. ¿Consideras que la obtención industrial del carbonato de sodio, produce más beneficios que riesgos? Señala por qué.  
\_\_\_\_\_
5. ¿Qué problemas y desafíos ambientales enfrenta la región donde vives?  
\_\_\_\_\_
6. ¿Alguno de los problemas y desafíos mencionados pueden ser consecuencia del desarrollo científico o tecnológico? Señala por qué.  
\_\_\_\_\_
8. ¿Cómo consideras que la ciencia y la tecnología pueden contribuir a resolverlas?  
\_\_\_\_\_
9. Señala cómo podríamos contribuir cada uno de nosotros a su solución.  
\_\_\_\_\_

## Adquisición y organización del conocimiento

### Actividad 1.13



En forma individual lee atentamente el siguiente texto:

El proceso Leblanc y su relación ciencia, tecnología, sociedad y ambiente.

La ceniza de sosa (carbonato sódico o carbonato de sodio) y potasa (carbonato de potasio), eran denominadas genéricamente álcalis, estas sustancias químicas son de vital importancia en las industrias del vidrio, textiles, jabón y papel. La fuente tradicional de álcali en el oeste de Europa había sido tradicionalmente a partir de las cenizas de madera. Sin embargo, en el siglo XVIII, la deforestación había vuelto este medio de producción poco rentable, y el álcali tuvo que ser importado. La potasa se importaba de América del Norte, Escandinavia y

Rusia, donde los grandes bosques seguían en pie. La ceniza de sosa fue importada de la España mediterránea y las Islas Canarias. Se producía en forma similar que la potasa, de las cenizas de una planta denominada Barilla, que crece como maleza en suelo seco y salino.

En 1783, el rey Luis XVI de Francia y la Academia de Ciencias Francesa ofrecieron un premio de 2400 libras, para quien propusiera un método para producir álcali de la sal marina (cloruro de sodio).

En 1791, Nicolás Leblanc, médico de Luis Felipe II, duque de Orleans, patentó un proceso que resolvía tal propuesta. Ese mismo año se construyó la primera planta de Leblanc para el duque de Saint-Denis, y comenzó a producir 320 toneladas de carbonato de sodio por año. Se le negó el dinero del premio a causa de la Revolución Francesa.



Fig. 1.11 Nicolás Leblanc.

El proceso Leblanc fue uno de los primeros procesos industriales utilizados en el siglo XIX, para la producción de carbonato de sodio. El proceso consta de dos etapas: en la primera, el cloruro de sodio se calentaba con ácido sulfúrico para producir sulfato de sodio y gas cloruro de hidrógeno de acuerdo con la ecuación química.



Esta reacción química fue realizada en 1772, por el químico sueco Carl Wilhelm Scheele.

En la segunda etapa el sulfato de sodio se hacía reaccionar con carbón y carbonato de calcio para producir carbonato de sodio.



### Fundamento químico

Esquema de reacción del proceso de Leblanc:

La contribución de Leblanc fue en el segundo paso; calentó el sulfato de sodio con piedra caliza (carbonato cálcico) triturada y carbón. En esta reacción química, el carbón (carbono) se oxida

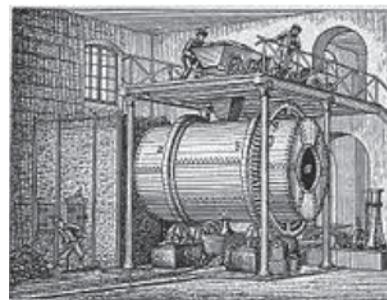


Fig. 1.10 Producción de carbonato de sodio.

a dióxido de carbono, reduciendo el sulfato a sulfuro y dejando tras de sí, una mezcla sólida de carbonato de sodio y sulfuro de calcio, llamada ceniza negra.

Debido a que el carbonato de sodio es soluble en agua y el carbonato y sulfuro de calcio son insolubles, el carbonato de sodio pudo ser separado de la ceniza negra mediante el lavado con agua. El agua de lavado se evaporó luego para dar carbonato de sodio sólido. Este proceso de extracción se denomina lixiviación. El producto negro de ceniza de la leña debe ser lixiviado de inmediato para evitar la oxidación de los sulfuros de nuevo a sulfato.

El proceso Leblanc fue ampliamente utilizado en Gran Bretaña. La industria de soda británica creció de manera espectacular, y las factorías químicas construidas por James Muspratt en Liverpool, y Charles Tennant cerca de Glasgow se convirtieron en las más grandes del mundo. En la década de 1870, la producción de álcali británica fue de 200,000 toneladas anuales, muy superior a la de todas las demás naciones del mundo juntas.

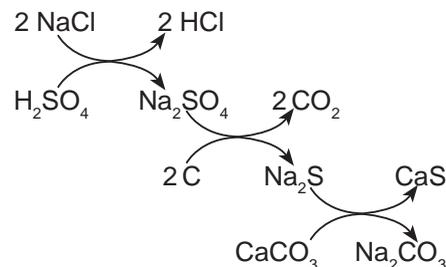
Como ya lo hemos señalado, en el proceso Leblanc se liberaba como subproducto el gas cloruro de hidrógeno (ácido clorhídrico), un ácido, irritante y corrosivo, que en esa época no tenía una utilidad industrial. La liberación de este gas a la atmósfera produjo importantes problemas de salud y destruyó amplias zonas aledañas a las fábricas. Para tener una idea de la magnitud del problema ambiental, analicemos los siguientes datos: por cada 8 toneladas de carbonato de sodio producidas, se generaban 5.5 toneladas de cloruro de hidrógeno y 7 toneladas de residuos de sulfuro de calcio.

El subproducto sulfuro de calcio, generado en el proceso, carecía de importancia industrial. Por tanto, era apilado en los patios o alrededores de la fábrica. Estos residuos producían sulfuro de hidrógeno, un gas tóxico responsable del olor a huevo podrido.

A causa de sus emisiones nocivas, las factorías de soda Leblanc se convirtieron en blancos de acciones legales y legislación. En 1839 una demanda en contra decía, “*el gas de estas fábricas es de tal naturaleza nociva, como a todo deterioro dentro de su influencia, y es por igual funesta para la salud y la propiedad. La hierba de los campos en sus alrededores se quemaron, los jardines no producen frutos, ni legumbres;.. muchos árboles florecientes se han convertido últimamente en palos podridos desnudos de ganado y aves de corral y de caída del pino de distancia que empaña los muebles en nuestras casas, y cuando estamos expuestos a ella, que es de frecuente ocurrencia, que se ven afectados por tos y dolores en la cabeza... todo lo cual atribuimos a las factorías de soda*”.

En 1863, el Parlamento británico aprobó la primera de varias leyes referentes a la industria de álcalis. Alkali Act, fue la primera legislación moderna sobre la contaminación del aire. Esta ley imponía que no más del 5% del ácido clorhídrico producido por las plantas alcalinas podría ser vertido a la atmósfera. Para cumplir con la legislación, las factorías de soda hacían pasar el cloruro de hidrógeno gaseoso a través de una torre rellena con carbón vegetal, en donde era absorbido por el agua que fluye en contracorriente. Los productos químicos así generados como resultado del ácido clorhídrico en la solución de los cuerpos generalmente se arrojaban en cuerpos de agua cercanos, matando a los peces y toda vida acuática.

La fabricación de un producto tan importante como el carbonato de sodio, produjo una alarmante contaminación en Inglaterra y otros países, durante varias décadas del siglo XIX. Había llegado el momento de buscar nuevos métodos o procesos alternativos para su obtención o



**Fig. 1.12** Secuencia de reacciones en el método de Leblanc.

buscar eliminar los subproductos contaminantes. El proceso Leblanc empezó a caer en desuso y a ser sustituido por el proceso Solvay.

Sobre la década de 1880, se descubrieron métodos para convertir el ácido clorhídrico a cloro gaseoso para la fabricación de blanqueador en polvo y para la recuperación del azufre en los residuos de sulfuro de calcio, pero el proceso Leblanc se mantuvo más derrochador y contaminante que el proceso Solvay.

En 1861, el químico belga Ernest Solvay desarrolló un proceso más directo para la producción de carbonato de sodio de la sal y piedra caliza, mediante el uso de amoníaco. El único producto residual de este proceso Solvay es el cloruro de calcio, y así es por tanto, más económico y menos contaminante que el método Leblanc.

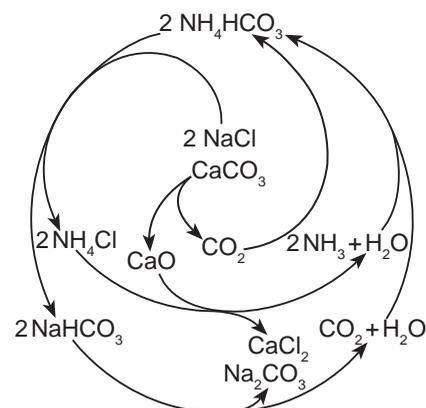
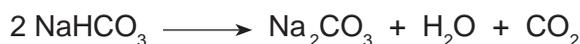


Fig. 1.13 Secuencia de reacciones en el método de Solvay.



Para 1900, el 90% de la producción de soda del mundo era a través del método Solvay, o en América del Norte, a través de la explotación minera de la trona, que es un complejo de bicarbonato y carbonato hidratado de sodio, descubierta en 1938. La última planta de ceniza de soda basada en el proceso Leblanc cerró en la década de 1920.

Este proceso es un buen ejemplo de la relación que existe entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente.

### Actividad 1.14



Trabajo colaborativo. Se integran equipos de trabajo con un máximo de 5 participantes. Se sugiere que el equipo permanezca integrado durante el curso. Deberán ponerse de acuerdo para elegir un nombre y logotipo para su equipo. El equipo enlista las fórmulas químicas que aparecen en la lectura e indaga el nombre de cada una de estas sustancias. Además identifica las ideas centrales de la lectura y elabora un glosario con el significado de los términos que desconozcan.

Fórmula química	Nombre	Fórmula química	Nombre

Término	Definición	Fuente

## Procesamiento de la información

### Actividad 1.15



En forma colaborativa da respuesta a las siguientes interrogantes:

1. ¿Qué aplicaciones encuentra el carbonato de sodio en la industria?  
\_\_\_\_\_
2. ¿Qué implicaciones sociales tuvo la aplicación del proceso Leblanc en la industria?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. ¿Cuáles fueron las causas y los efectos de la contaminación ambiental?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. ¿De qué manera el avance científico permitió el avance tecnológico de este proceso?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. ¿Consideras que hubo intereses particulares en los objetivos de la ciencia y la tecnología, para que este proceso continuara utilizándose por muchos años?  
\_\_\_\_\_
6. ¿Consideras que sería ético que se siguiera produciendo carbonato de sodio, por ser un producto importante para la industria del jabón y del vidrio, a pesar de los daños medioambientales que producía?  
\_\_\_\_\_

Completa el cuadro descriptivo, donde expliques la interrelación de la química, con el avance de la tecnología, la mejora de la calidad de vida y el ambiente, con base en la lectura del proceso industrial Leblanc.

Relación CTSA	Descripción
<b>Relación del proceso con la ciencia.</b> Describe cómo la ciencia contribuyó a la realización de este proceso.	
<b>Relación del proceso con la tecnología.</b> Describe como influyó el avance científico en el avance de la tecnología.	
<b>Relación del proceso con la sociedad.</b> Describe cómo el proceso influyó en la calidad y el estilo de vida de la sociedad de esa época.	
<b>Relación del proceso con el ambiente.</b> Describe cómo el proceso impactó en la mejora o deterioro del ambiente	
<b>Relación del proceso con los beneficios y riesgos.</b> Describe los beneficios y riesgos que trae consigo el proceso químico revisado para la sociedad y el ambiente.	

## Aplicación de la información

### Actividad 1.16



Juego de simulación y de roles. La simulación o juego de roles es útil para representar situaciones de la vida real en la que participan los alumnos actuando diferentes roles, con la finalidad de dar solución a un problema o, simplemente, para experimentar una situación determinada. (Pimienta, 2012).

- ❖ Mediante una lluvia de ideas se identifican las problemáticas ambientales de la región, y por consenso se elige una de ellas para su discusión y reflexión.
- ❖ De manera colaborativa se identifican los conocimientos previos acerca de la problemática. (¿Qué es?, ¿Cómo es?), además se identifican los roles que se deberán desarrollar por cada equipo, ejemplo: si la problemática es ambiental, los posibles roles son inspector ambiental, representante del sector salud, representante ciudadano, agricultor, industrial, especialista (educador, agrónomo, etc.).
- ❖ Cada equipo fundamenta su postura desde el rol que le tocará asumir en el debate. Considerando las relaciones causa-efecto y la argumentación donde explique, valore y presente soluciones a la problemática.

- ❖ Antes del debate, los representantes de equipo se reúnen con su profesor para revisar avances.
- ❖ Se elige, de los equipos participantes, a un estudiante que modere la discusión y a un relator que rescate las propuestas y consensos.



Finalmente, cada equipo elabora como evidencia de la actividad, un texto descriptivo donde plantee la problemática abordada en el debate, identificando además, la interrelación de la química con el avance de la tecnología, la mejora de la calidad de vida y el ambiente. En el texto pueden incluirse evidencias, como fotografías. En la presentación pueden utilizarse videos acerca de la problemática.



### Coevaluación

La siguiente rúbrica puede servir para llevar a cabo la coevaluación entre los equipos al exponer en el debate la problemática ambiental y el rol que les tocó jugar.

<b>INTEGRANTES</b>	1.	_____	<b>CALIFICACIÓN</b>	_____
	2.	_____		_____
	3.	_____		_____
	4.	_____		_____
	5.	_____		_____

Aspectos	Criterios	Indicadores	MB (20)	B (15)	S (10)	INS (5)
Exposición	Presentación	El equipo expone y organiza el tema utilizando introducción, desarrollo y conclusiones.	Presenta todos los elementos.	No presenta al menos un elemento.	No presenta al menos dos elementos.	No estructura de manera adecuada su exposición.
	Dominio del tema	Se expone el tema en forma clara y eficiente.	Expone el tema con claridad y no se recurre a la lectura textual	Se expone el tema con claridad pero se recurre en ocasiones a las notas escritas	Se observa poco dominio del tema y se recurre frecuentemente a las notas escritas	No se observa dominio del tema.
	Organización de la exposición	Los expositores muestran organización.	Se muestra excelente organización	Se muestra buena organización	Se muestra cierta desorganización	Se muestra una completa desorganización
Interacción	Tiempo	El equipo utiliza el tiempo adecuado.	Utiliza de manera excelente el tiempo establecido para la exposición.	El equipo utiliza un poco menos del tiempo establecido para su exposición.	El equipo utiliza muy poco tiempo del establecido para la exposición.	El equipo utiliza más del tiempo establecido para su exposición.
	Participación del grupo	El equipo motiva y propicia la participación del grupo.	El equipo logra la participación activa y motivada del grupo.	El equipo logra poca participación, pero no motiva al grupo.	El equipo logra hacer participar sólo a algunos miembros del grupo.	El equipo no logra motivar, ni hacer participar al grupo.
<b>TOTAL</b>						

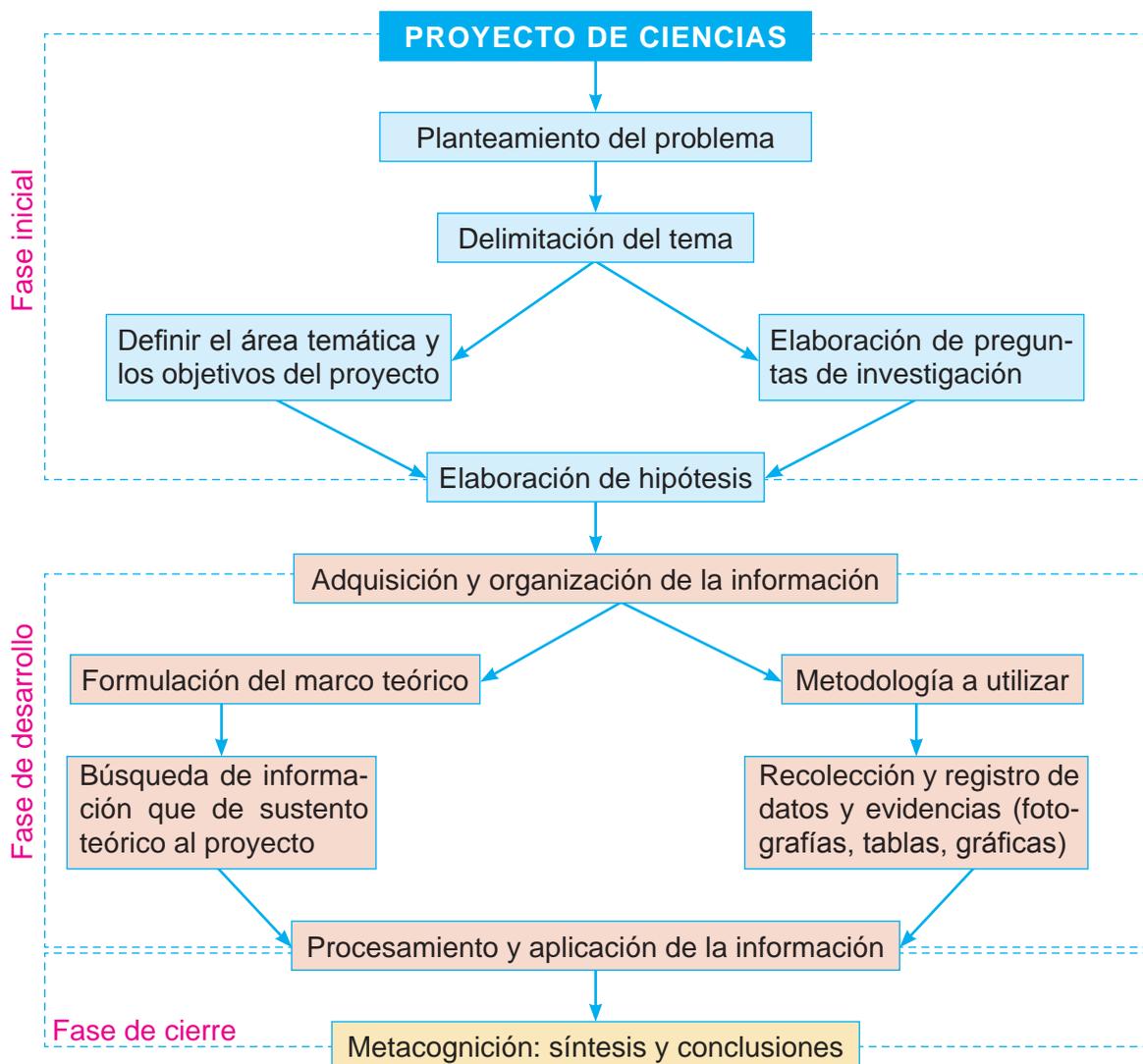
## Elabora tu proyecto de ciencias

- Identifica problemas del contexto que le permitan elaborar un proyecto de ciencias.
- Formula preguntas y plantea hipótesis que orienten a la delimitación, diseño y desarrollo del proyecto de ciencias para dar respuesta al problema del contexto.
- Valora la importancia de estructurar preguntas pertinentes que sustenten el proyecto de ciencias.

Los proyectos de ciencias son estrategias didácticas que ayudan a integrar conocimientos, habilidades, actitudes y valores, así como para evaluar competencias en los estudiantes. Se desarrollan en forma colaborativa y consisten en una serie de actividades organizadas y articuladas para desarrollar un tema de indagación. El propósito de estos proyectos consiste en resolver problemáticas contextualizadas relacionadas con las diferentes disciplinas.

El proyecto de ciencias puede realizarse de manera interdisciplinaria, cuando participan en su evaluación las asignaturas del mismo campo disciplinar o multidisciplinario cuando participan asignaturas de otros campos disciplinares.

Para llevar a cabo el proyecto de ciencia, se recomienda utilizar una ruta metodológica. En el siguiente apartado se muestra un diagrama de flujo, que consta de tres fases: inicial, de desarrollo y de cierre.



El desarrollo del proyecto, en sus tres fases recupera el planteamiento del modelo didáctico de Marzano.

Fases del proyecto



Fase de inicio (problematización)

Desde este momento es conveniente que el docente oriente a la formación de los equipos de trabajo y a la delimitación de los temas de los proyectos. Se sugiere integrar los equipos de trabajo con seis a ocho alumnos. El docente debe designar o proponer a los jefes de cada equipo, de acuerdo a su liderazgo académico, y conformar al resto de los integrantes por afinidades. Cada equipo debe elegir un nombre y logotipo que lo identifique de los demás.

En esta fase el equipo delimita su tema u objeto de estudio, elabora las preguntas de investigación y las posibles hipótesis.

Una hipótesis es una suposición lógica y constituye una respuesta tentativa o posible que permite explicar lo observado. En las ciencias naturales, las hipótesis ayudan a orientar el trabajo de investigación. Para comprobar la validez o invalidez de una hipótesis es necesario contrastar los resultados con evidencias teóricas o empíricas (realizar un experimento que la compruebe o la refute).



Fig. 1.14 Comprobando hipótesis.

**PLANEACIÓN DE UN PROYECTO**

Unidad Académica: \_\_\_\_\_ Asignatura: \_\_\_\_\_

Nombre del Proyecto: \_\_\_\_\_

Nombre del Equipo: \_\_\_\_\_

Integrantes: \_\_\_\_\_

Fecha de inicio: \_\_\_\_\_ Fecha de término: \_\_\_\_\_

**OBJETIVO(S) DEL PROYECTO**

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

Contexto donde se desarrollará: \_\_\_\_\_

Disciplinas que intervienen en el proyecto: \_\_\_\_\_

Descripción del proyecto a realizar: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Fase de desarrollo (adquisición, procesamiento y aplicación de la información)

En esta fase se proponen las estrategias y actividades que permitan el logro de los objetivos. El equipo adquiere, organiza y procesa la información sobre la temática a abordar. Al procesar la información se busca comprobar la validez o refutación de las hipótesis.



Fig. 1.16 Revisión de avances con los equipos.

### Fase de cierre

Esta fase puede presentarse en dos momentos, la comunicación y evaluación de los resultados.

Para la comunicación de los resultados, se sugiere que los proyectos sean presentados en la Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología ante el grupo, la escuela y/o la comunidad.

En la evaluación, los estudiantes deben conocer los criterios con los cuales serán evaluados cada uno de los productos a elaborar: folletos, carteles, trípticos, presentaciones, maquetas, modelos, etc. Así, por ejemplo, si uno de los productos es un cartel educativo se deben indicar las dimensiones, el tipo de material y formato a utilizar. Así también, para el informe final del proyecto, el docente debe precisar el formato: hoja de presentación, índice, introducción, desarrollo, conclusiones y referencias bibliográficas o electrónicas. Es recomendable que cada equipo elabore un informe de trabajo en el cual se reporte el registro de asistencia a las reuniones de trabajo, la aportación y actividades desarrolladas por cada integrante del equipo, asimismo que coevalúe a los demás equipos.

Para la metacognición, se sugiere que se dé respuesta por escrito a algunas preguntas sobre el proyecto: ¿Qué aprendí al realizar el proyecto? ¿Cómo lo aprendí? ¿Se lograron los objetivos planteados al inicio del proyecto? ¿Qué otro proyecto se puede plantear a partir de éste?

Mediante los proyectos de ciencia se busca que los alumnos aprendan a identificar problemáticas del contexto, formular preguntas de investigación, elaborar hipótesis, buscar, adquirir, organizar, y procesar información sobre un hecho o problema, para encontrar respuestas o soluciones a la problemática indagada.



Fig. 1.15 Realizando el proyecto.

En esta fase el equipo debe supervisar que el proyecto se realice de acuerdo a lo planeado y registrar adecuadamente los avances del mismo. Es importante recolectar las evidencias de la investigación e integrarlas al portafolio para el informe final.

Se sugiere que el docente realice reuniones semanales con los equipos, para revisar los avances del proyecto. Recuerde que los estudiantes deben jugar un papel activo, constructivo y de respeto.



Fig. 1.17 Redactando las conclusiones y resultados del proyecto.

## Los cuerpos materiales de tu entorno

- Describe los estados de agregación y la composición en que se presentan los cuerpos materiales de nuestro entorno.
- Compara los estados de agregación de los cuerpos materiales por sus características macroscópicas y submicroscópicas y los clasifica por su composición.
- Muestra interés por indagar la posible existencia de un mayor número de estados de agregación de la materia y de qué están hechas las cosas que lo rodean.

### Problematización

#### Actividad 1.17



Explora tus conocimientos previos, dando respuesta a los siguientes cuestionamientos.

1. ¿Qué es un cuerpo homogéneo? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. ¿Que es un cuerpo heterogéneo? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Adquisición y organización de la información

#### Actividad 1.18



En forma individual lee la información que se te proporciona acerca de los cuerpos materiales y su forma de clasificarlos.



Fig. 1.19 *Materiales diversos.*

La materia se nos presenta en muy diversas formas en la naturaleza, formando cuerpos materiales homogéneos y heterogéneos. Observa a tu alrededor y encontrarás muchos de ellos, algunos de metal, otros de plástico, madera, vidrio, papel, cerámica, la mayor parte de ellos en forma sólida, pero también existen en su forma líquida y gaseosa.



Fig. 1.18 *Granito.*

Un **cuerpo material** se puede definir como *toda porción limitada de materia, cuyos componentes se observan a la vista en una o más fases, presentándose como homogéneo o heterogéneo.* Para una mejor clasificación de los cuerpos materiales como homogéneos y heterogéneos, es necesario considerar más aspectos de su composición.

En la naturaleza, la mayor parte de los cuerpos materiales homogéneos y heterogéneos que encontramos en ella, son mezclas de sustancias, ejemplo de ello, tenemos, el suelo, el aire, así como el agua de ríos, lagos y mares. Las sustancias elementales como la plata, aluminio, cobre, entre

otras, no se encuentran aisladas en la naturaleza con un alto grado de pureza, a excepción del oro.

Desde tiempos remotos el ser humano ha tenido que aprender a separar sustancias de los cuerpos materiales. En la historia de la química encontramos a los alquimistas quienes tras la búsqueda de la «piedra filosofal» proporcionaron diversas técnicas de destilación, filtración, decantación, cristalización, entre otras, para separar los componentes de los materiales.

Como producto de la separación de los cuerpos materiales en sus componentes y la síntesis de nuevas sustancias y nuevos materiales, hoy tenemos más de 54 millones de sustancias orgánicas e inorgánicas. ¿Cómo clasificarlas?

Tradicionalmente los cuerpos materiales se han clasificado utilizando dos criterios fundamentales: por su composición y por su estado de agregación.

### Clasificación por su composición

Los **cuerpos homogéneos** son de dos tipos: **sustancias** o **mezclas homogéneas** (también denominadas disoluciones). Mientras que los **cuerpos heterogéneos** son **mezclas heterogéneas**. Las sustancias son de dos tipos: elementos y compuestos. Existen elementos monoatómicos (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn, Fe, Zn, Cu), diatómicos ( $\text{Br}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ ) y poliatómicos ( $\text{O}_3$ ,  $\text{P}_4$ ,  $\text{S}_8$ ). Existen compuestos binarios ( $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaO}$ ), ternarios [ $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ] y cuaternarios ( $\text{HSCN}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ) aunque existen otros compuestos mucho más complejos y con mayor número de elementos en su composición, como los compuestos de coordinación, los cuáles no son abordados en este nivel.

Ejemplos de **mezclas homogéneas** o **disoluciones**, tenemos el azúcar o sal en agua, anticongelante para automóviles (etilenglicol en agua), vinagre (ácido acético en agua), gasolina (octano, antidetonante), latón (aleación de cobre y zinc), por mencionar algunas. Como mezclas heterogéneas tenemos al granito, la tierra, aceite y agua, entre otras.

A manera de conclusión podemos señalar, que una sustancia es un *cuerpo material homogéneo constituido por un sólo tipo de componente y que posee propiedades específicas que la distinguen de las demás*. Las sustancias son elementos o compuestos químicos.

Los compuestos son *sustancias que resultan de la unión o combinación química de dos o más elementos diferentes en proporciones fijas (definidas o constantes)*. Con base en el número de elementos constituyentes se les clasifica como binarios, ternarios y poliatómicos. Cada compuesto tiene una fórmula química que nos indica estas proporciones.

Los compuestos son covalentes o iónicos. *La parte representativa de un compuesto covalente es la molécula. La representación de un compuesto iónico, es la celda unitaria.*

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

Una molécula, se define como *la partícula más pequeña que resulta de la unión covalente de dos o más átomos, iguales o diferentes*. Esta entidad es eléctricamente neutra y mantiene las mismas propiedades químicas de la sustancia, sea ésta, elemento o compuesto.

Dependiendo de su aspecto, las mezclas se clasifican en homogéneas y heterogéneas. Las mezclas homogéneas, *son cuerpos materiales constituidos por dos o más sustancias, que a simple vista se observan en una sola fase*.



**Fig. 1.20** Mezclas (disoluciones), elemento (cobre) y compuesto (azúcar).

## Conozca más ...

### 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*.

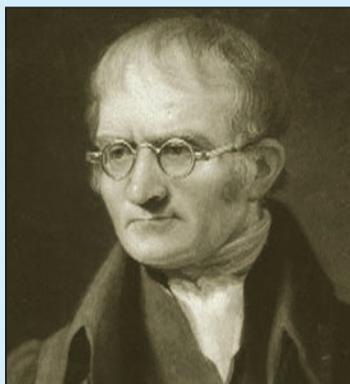


Fig. 1.22 John Dalton.

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.

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.

Se denomina **fase**, a *toda porción de materia que posee composición y propiedades distintas a las otras partes del sistema*. Por ejemplo, en la leche se observa una sola fase y en la mezcla agua y aceite, se presentan dos fases distintas.



Fig. 1.23 Leche.

Una **mezcla heterogénea** se define como un *cuerpo constituido por dos o más sustancias, que a simple vista se distinguen o se aprecian dos o más fases distintas*.

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.



Fig. 1.24 Agua y aceite.

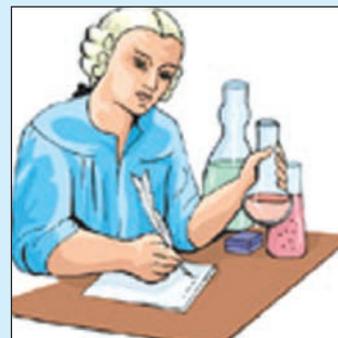


Fig. 1.21 Antoine L. Lavoisier.

## Conozca más ...

### Métodos de 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.

**Fig. 1.25**  
*Filtración de una mezcla heterogénea de azufre, hierro y sulfato de cobre.*



### 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 recristaliza.



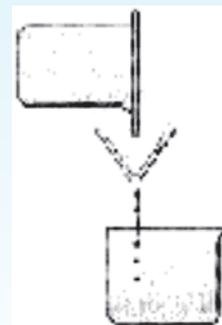
Calentamiento de la disolución



Filtrado de la disolución para eliminar impurezas



Enfriamiento del filtrado para que se formen los cristales



Filtrado de cristales

**Fig. 1.26** *Proceso de cristalización.*

## 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.



Fig. 1.27 Destilación.

## 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.

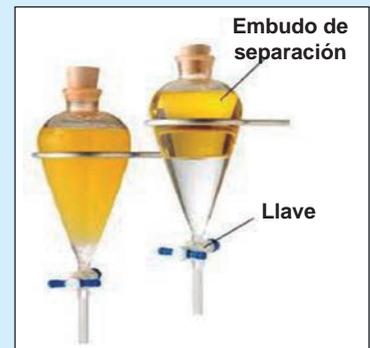


Fig. 1.28 Decantación.

## 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.



Fig. 1.29 Centrifuga eléctrica.

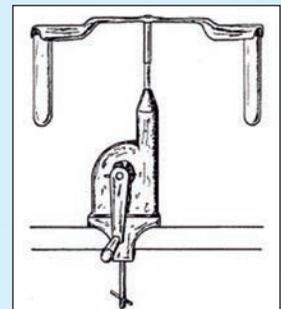


Fig. 1.30 Centrifuga manual.

## Cromatografía

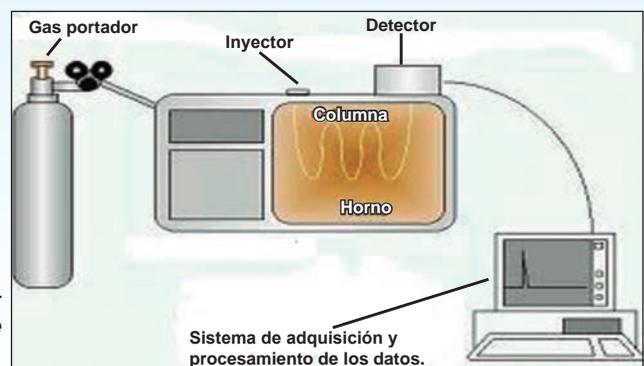
La cromatografía es un método físico de purificación y separación de sustancias presentes en mezclas homogéneas o heterogéneas, que consiste en utilizar el principio de adsorción, que se presenta cuando las partículas de un sólido, líquido o gas, se adhieren a la superficie de un sólido la cual es denominada **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.

Fig. 1.31 Cromatografía en papel.



Fig. 1.32 Cromatógrafo de gases.



## Por su estado de agregación

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

Sin embargo, existen otros estados de agregación como el plasma y el condensado de Bose-Einstein que aparentemente no son tan familiares.

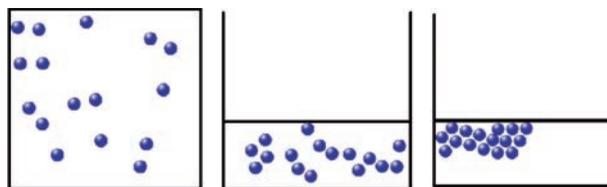
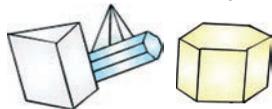
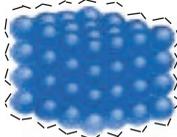
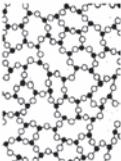
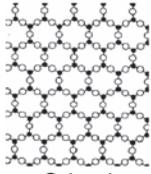
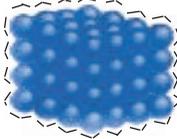
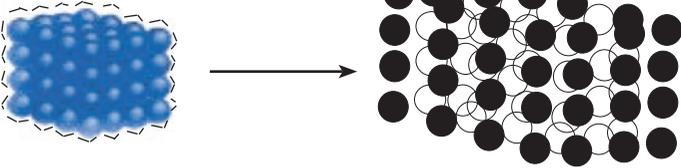


Fig. 1.33 Modelo submicroscópico de los estados de agregación.

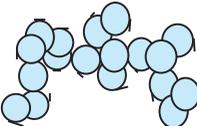
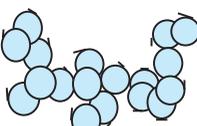
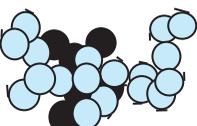
## Características de los estados de agregación

La teoría cinética corpuscular nos permite describir las principales características de los estados de agregación. Veamos de manera inicial algunas características de los sólidos.

### Sólidos

Hechos (Lo macroscópico)	Teoría (Interpretaciones desde lo submicro)
<p>Tienen forma propia y definida</p> 	<p>Debido a que sus partículas están ordenadas y sólo vibran en un punto fijo. Se mueven, pero no se desplazan unas sobre otras.</p> 
<p>Los sólidos con frecuencia forman redes cristalinas, pero también forman redes irregulares o sólidos amorfos.</p> 	<p>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.</p> <p>Amorfo  Cristal </p>
<p>Se necesita bastante energía para fundirlos.</p> 	<p>Esto se debe a que las partículas se mantienen unidas por importantes fuerzas de atracción o enlaces multidireccionales.</p> 
<p>Los sólidos se dilatan cuando se calientan.</p>  <p>Las vías del ferrocarril se dilatan, por ello se dejan pequeños espacios entre cada tramo de riel.</p>	<p>Esto se debe a que las partículas se separan al aumentar la amplitud de su movimiento vibratorio.</p> 
<p>Los sólidos calientes y dilatados no pesan más que los fríos, simplemente ocupan más espacio.</p>	<p>No es el número de partículas, ni el tamaño de ellas lo que ha aumentado, sino las distancias medias entre ellas.</p>

## Líquidos

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

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

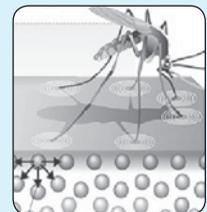
### Tensión superficial

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 que...

esta propiedad permite a algunos insectos, como arañas y mosquitos, caminar sobre la superficie del líquido?



#### ¿Sabías que...



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 que...

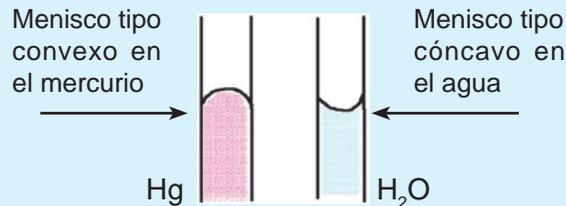
la capilaridad es indispensable para que el agua pueda subir por el tallo de las plantas hasta la última hoja?

### ¿Sabías que...

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 que...

la curvatura o el menisco que se forma en la superficie del único metal líquido es de tipo convexo?



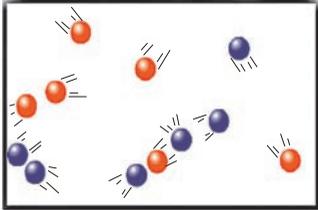
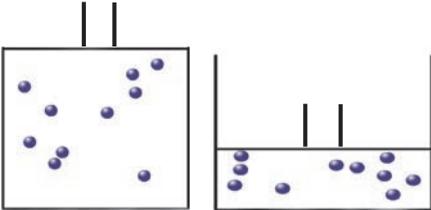
### ¿Sabías que...

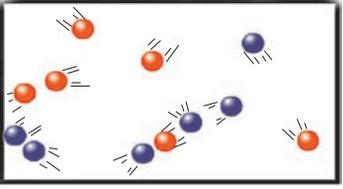
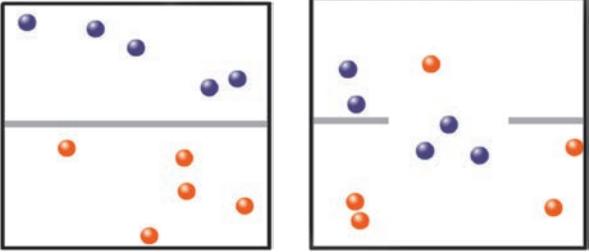
la difusión es un proceso físico que puede ocurrir tanto en líquidos como en gases, debido a que las partículas pueden desplazarse e interactuar entre ellas? En la difusión, las partículas se dispersan en un medio en el que inicialmente estaban ausentes. Las partículas que se difunden o dispersan forman parte del soluto y en el medio donde se difunden, del disolvente.

### ¿Sabías que...

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)	Teoría (Interpretaciones desde lo submicro)
<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>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>	
<p>Se difunden</p>  <p><math>HCl_{(g)} + NH_4OH_{(g)} \longrightarrow NH_4Cl_{(s)} + H_2O_{(l)}</math></p>	<p>Las partículas se mueven o desplazan rápidamente en un continuo movimiento azaroso.</p>	

**Actividad 1.19**



Indaga en diversas fuentes las características principales del cuarto estado de la materia: el plasma.

Procesamiento de la información

**Actividad 1.20**



En forma individual y de acuerdo a las características de los siguientes cuerpos materiales clasificalos, como homogéneos o heterogéneos.



Frutas



Tierra



Cápsulas



Cal



Vinagre de manzana



Crayolas

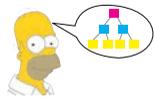


Madera

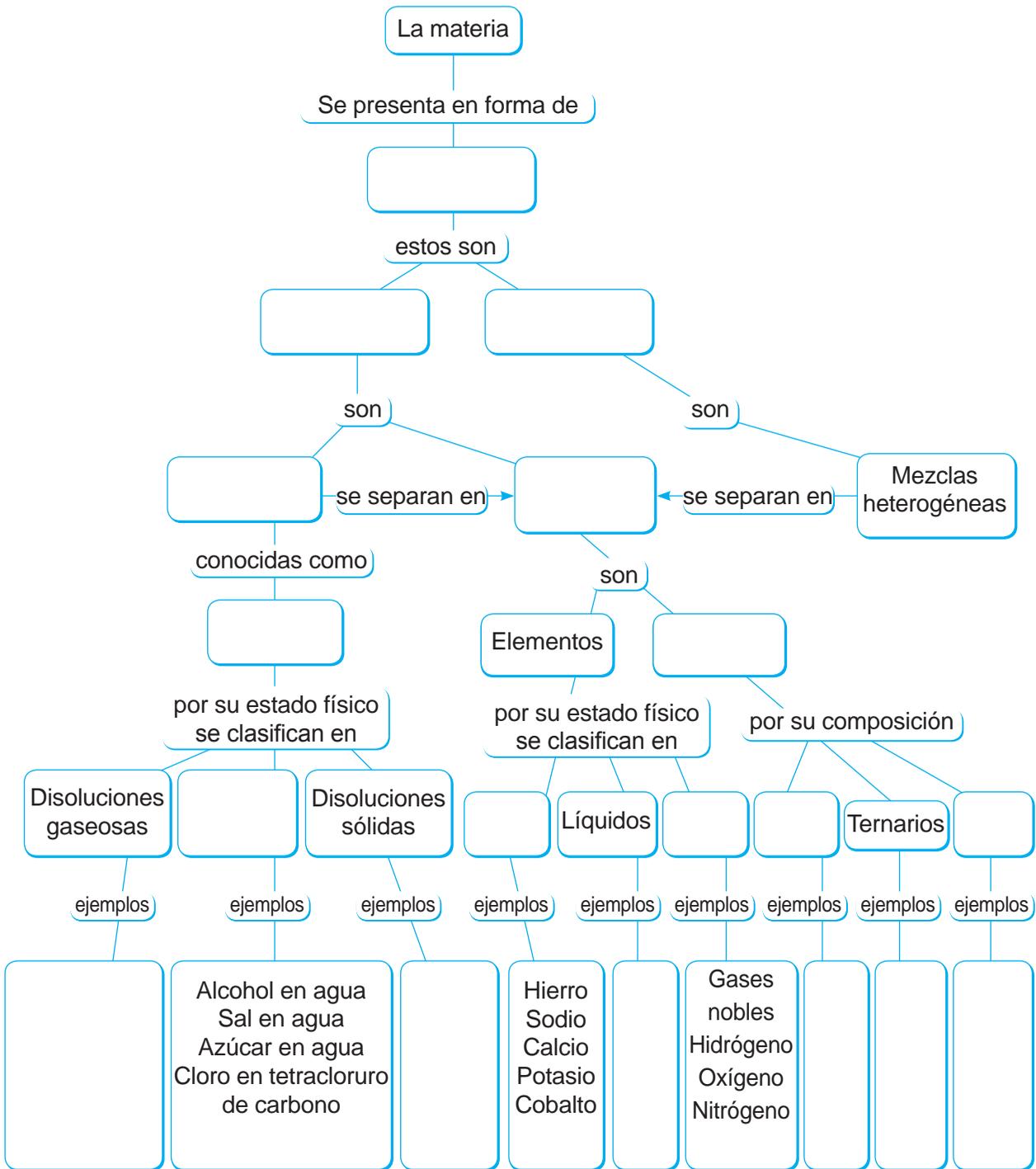


Sulfato de cobre

Actividad 1.21



En forma colaborativa completa el mapa conceptual sobre la clasificación de la materia teniendo en cuenta el criterio de la composición y el estado de agregación. Para realizarlo utiliza términos y fórmulas que se enlistan a continuación: Disoluciones, aleaciones (bronce, amalgama, latón), cuerpos homogéneos, aire, nitrox (nitrógeno-oxígeno), compuestos, bromo y mercurio, cuerpos materiales, binarios, cuerpos heterogéneos, gaseosos, sustancias, mezclas homogéneas, disoluciones líquidas, sólidos, cuaternarios,  $H_3PO_4$ ,  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$ ,  $Cu(OH)_2$ .



### Actividad 1.22



En forma colaborativa completa la siguiente tabla que resume las características macroscópicas y submicroscópicas de los cuerpos materiales por su estado de agregación.

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

## Aplicación de la información

## Actividad 1.23

En forma individual resuelve la siguiente situación problémica: A un estudiante le dejaron de tarea clasificar los materiales o productos químicos utilizados en su hogar, teniendo en cuenta para ello, como criterio de clasificación, su composición. Muchos de los productos comerciales traen en su etiqueta el contenido del producto, pero otros no, por lo que tuvo que acudir a la internet para la búsqueda de información sobre el contenido o composición de esos materiales. Para facilitar su trabajo, elaboró una tabla con varias columnas, en la que se organizaron los datos obtenidos. A continuación se muestra un ejemplo de lo que hizo, pero que tú deberás completar.

Cuerpo material	Constituyentes	Elemento	Compuesto	Mezcla homogénea	Mezcla heterogénea
Vidrio	SiO <sub>2</sub> , CaCO <sub>3</sub> y Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .			✓	
Yeso	CaSO <sub>4</sub>		✓		
Aspirina					
Detergente en polvo					
Bolsa de polietileno					
Cobre					
Aire					
Sal					
Ácido muriático					
Gas doméstico					
Alcohol de 70°					
Blanqueador de ropa					
Hierro					
Crema para la piel					
Aceite vegetal comestible					
Aluminio					
Cal					



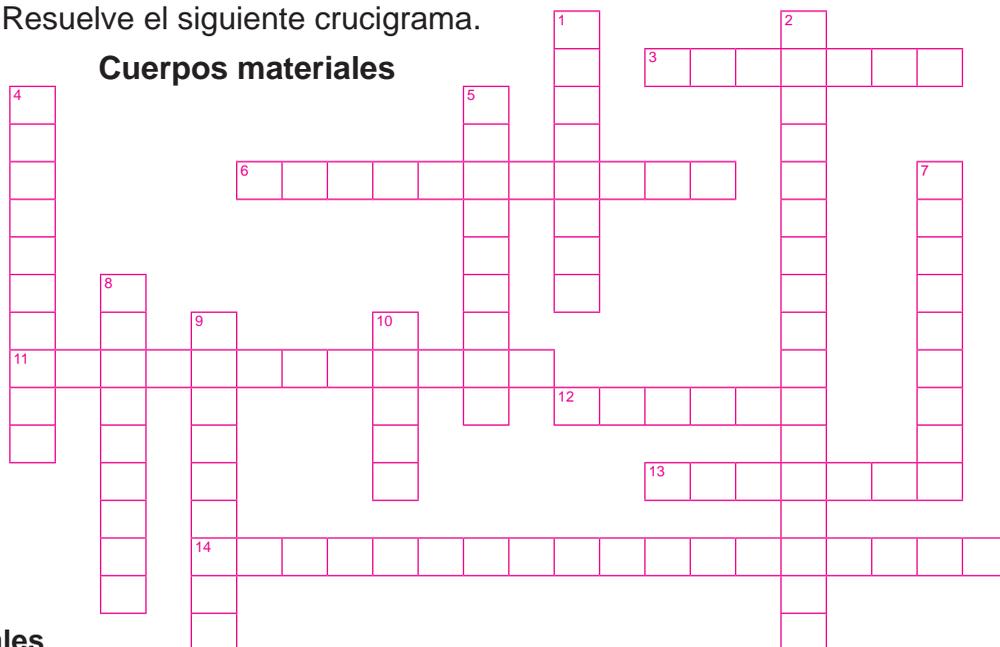
## Autoevaluación

## Actividad 1.24



Resuelve el siguiente crucigrama.

### Cuerpos materiales



#### Horizontales

3. Estado de agregación en el que las moléculas se mueven o desplazan unas sobre las otras, manteniéndose unidas.
6. Si al aumentar la temperatura de un sólido éste pasa directamente al estado gaseoso, al proceso se le denomina.
11. A las mezclas homogéneas se les conoce comúnmente como...
12. Estado de agregación en el que las partículas no pueden desplazarse, sólo vibran en un punto determinado.
13. Estado de agregación en el que las partículas presentan mayor energía cinética y se dispersan en todas direcciones.
14. Propiedad de los líquidos que permite a algunos insectos caminar sobre su superficie.

#### Verticales

1. Nombre que recibe la partícula más pequeña que resulta de la unión química de dos o más átomos iguales o diferentes.
2. Se denomina así a las fuerzas que mantienen unidas a las partículas en un cuerpo material.
4. Es una medida de la resistencia que presenta un líquido para fluir.
5. Tanto las disoluciones como las sustancias son cuerpos materiales de apariencia...
7. Sustancia que resulta de la combinación química de dos o más elementos diferentes en proporciones definidas.
8. Cuerpo material homogéneo constituido por un solo tipo de componente.
9. El cobre, la plata, el oro y el oxígeno, son ejemplos de...
10. En el siglo XVII definió a los elementos como sustancias que no pueden ser descompuestas en otras más simples.



## Las propiedades de las sustancias

- Identifica propiedades generales y específicas en sustancias de uso cotidiano.
- Mide propiedades generales y específicas de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas y las contrasta con las obtenidas en la literatura química.
- Valora la pertinencia de conocer las propiedades físicas y químicas de las sustancias.

### Problematización

¿Por qué es importante medir las propiedades de una sustancia?

---

---

---

### Actividad 1.26



Explora tus conocimientos previos, dando respuesta a los siguientes cuestionamientos.

1. Si se congela un litro de agua, ¿el volumen del hielo será mayor, igual o menor que el del agua líquida?

---

---

¿Cómo lo comprobarías? \_\_\_\_\_

---

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

- i. Sólido frágil y cristalino.
- ii. Punto de fusión de  $115^{\circ}\text{C}$ .
- iii. Densidad de  $1.96\text{ g/cm}^3$ .
- 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 y ii
- b) iii y iv
- c) iv
- d) Todas estas características serían iguales
- e) Ningunas de estas características serían iguales

3. Los cuerpos materiales poseen propiedades generales como masa, peso y volumen. Además de estas propiedades, ¿qué otras conoces?

---

---

## Adquisición y organización de la información

**Actividad 1.27**

En forma individual lee la información que se te proporciona acerca de las propiedades de las sustancias.

Los cuerpos materiales presentan propiedades muy diversas debido a las sustancias que los constituyen. Estas propiedades han sido clasificadas para su estudio en generales y específicas. A su vez, las propiedades específicas se clasifican en físicas y químicas. La pregunta sería por qué y para qué medir estas propiedades.

**Propiedades generales**

Las propiedades generales, como su nombre lo indica, son propiedades que todos los cuerpos materiales poseen. Por ello, cabría la siguiente pregunta, ¿si dos cuerpos poseen la misma masa y el mismo peso, ayuda esto a diferenciarlos?

---



---



---

**Actividad 1.28**

En forma individual lee la información que se te proporciona acerca de las propiedades de las sustancias.

Con la ayuda de tu profesor y mediante una lluvia de ideas completa la siguiente tabla, con la definición de algunas propiedades generales de la materia.

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 (Tierra), sobre la masa de otro.
Impenetrabilidad	
Inercia	
Discontinuidad	

**Actividad 1.29**

A las propiedades generales también se les conoce como extensivas. Indaga en diversas fuentes el por qué de este concepto.

---



---



---

### Propiedades específicas

Las propiedades específicas, son características que nos permiten identificar o diferenciar a los distintos cuerpos materiales. Ejemplos de ellas, tenemos a la densidad, el punto de fusión y el punto de ebullición. Las propiedades específicas se clasifican en físicas y químicas.

### Propiedades físicas

Las propiedades físicas son aquéllas 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.



**Fig. 1.34** El agua en sus tres estados físicos.

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.
- Existe en sus tres estados físicos: sólido, líquido y gaseoso.
- Es insípida, inodora e incolora.

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.



**Fig. 1.35** Jarrón de cobre.

### Actividad 1.30



Con la ayuda de tu profesor y mediante una lluvia de ideas, completa la siguiente tabla acerca de de las propiedades físicas. Posteriormente acude a las fuentes de información y contrasta tus respuestas.

Propiedades físicas	Se refiere a:
Estado de agregación	El estado en que se encuentra la materia: sólido, líquido, gaseoso.
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	

De las propiedades físicas mencionadas, sólo abordaremos a la densidad y la solubilidad.

### 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 que...

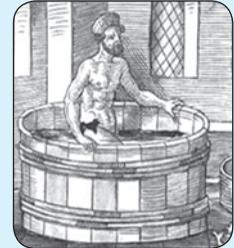
en el siglo III a de C. según la historia, el rey Hierón de Siracusa, hizo entrega de ciertas cantidades de oro y plata a un joyero de la ciudad para que le fabricara una corona? Sólo que al término de la misma, el rey Hierón, desconfió del joyero y solicitó a Arquímedes que, conservando la integridad 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.

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!).



**Fig. 1.36** Grabado que representa a Arquímedes en la bañera.

## Solubilidad

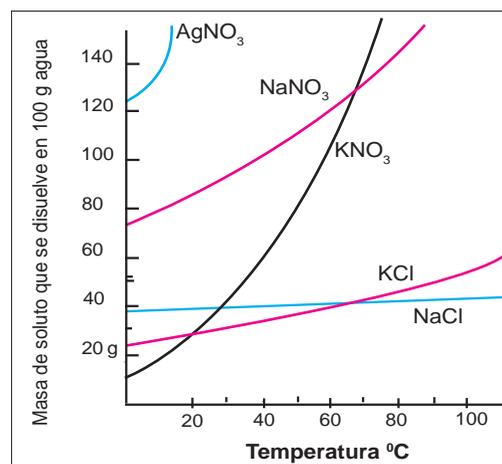
La solubilidad es una propiedad física de las sustancias, la cual nos muestra la cantidad de soluto que se puede disolver en una cantidad dada de disolvente a una temperatura determinada. También se define como la cantidad máxima de sustancia sólida que se puede disolver en 100g de disolvente a una temperatura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

Por ejemplo, la gráfica nos permite interpretar que la solubilidad del nitrato de potasio,  $\text{KNO}_3$  en 100 g de agua a  $20^\circ\text{C}$  es de aproximadamente 30 g y a  $50^\circ\text{C}$  se pueden disolver 80 g de  $\text{KNO}_3$ .

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

**Tabla 1.1** Densidades de algunas sustancias en  $\text{g/cm}^3$ .

**Fig. 1.37** Disolución de nitrato de potasio en agua.



**Gráfico 1.1** Solubilidad de algunas sustancias.

### Actividad 1.31



Indaga las propiedades físicas de las siguientes sustancias, y el porqué a las propiedades físicas se les denomina intensivas.

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

Propiedades intensivas \_\_\_\_\_

### Propiedades químicas

Las propiedades químicas son aquellas que sólo pueden determinarse cuando cambia la composición de la sustancia. Éstas describen el comportamiento de una sustancia en las reacciones químicas. También se pueden definir como la propiedad de una sustancia para combinarse o cambiar en otra u otras.

Algunos ejemplos de propiedades químicas son, la reactividad de una sustancia, combustibilidad, fermentación, oxidación y reducción. 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.



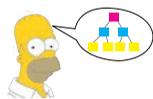
Propiedades del hierro	
Propiedades físicas	Propiedades químicas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es de color gris plateado.</li> <li>• Es duro.</li> <li>• Fácilmente se puede convertir en alambres (dúctil) y en láminas (maleable).</li> <li>• Es magnético.</li> <li>• Buen conductor del calor 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 de 2+ 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 protectora de óxido.</li> </ul>

#### ¿Sabías que...

Las propiedades de la materia suelen clasificarse en 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.

## Procesamiento de la información

## Actividad 1.32



En forma colaborativa elabora el mapa conceptual acerca de las propiedades de la materia. Para realizarlo utiliza los términos o conceptos que se te proporcionan a continuación: propiedades físicas, propiedades generales, propiedades específicas, propiedades químicas, ejemplos de propiedades generales (masa, peso, volumen, inercia, discontinuidad, impenetrabilidad), ejemplos de propiedades físicas (densidad, punto de fusión y de ebullición, solubilidad), ejemplos de propiedades químicas (la reactividad de una sustancia con otras, la combustibilidad, la oxidación y la reducción), propiedades extensivas, propiedades intensivas y propiedades de la materia.

## 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.		
El agua al reaccionar con los óxidos metálicos forma hidróxidos.		
El plomo es muy fácil de laminar.		
El carbón es muy frágil, se rompe con facilidad.		
El oxígeno al combinarse con los metales forma óxidos.		
La densidad del aceite es de 0.920 g/cm <sup>3</sup> .		

## Aplicación de la información

## Actividad 1.34



Utiliza la información proporcionada para dar respuesta a las siguientes situaciones problemáticas que involucran los conceptos de densidad y solubilidad.

1. 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?

---

---

2. 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 cubo de hielo? ¿Se necesita alguna otra información adicional para resolver este problema?

---

---

3. Si 50 g de cobre se calientan a una temperatura superior a su punto de fusión (>1083°C), éste se volverá líquido. ¿Cuál es la masa del cobre fundido? ¿Se necesita alguna información adicional para resolver el problema?

---

---

4. 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?

---

---

5. Determina la masa del aire contenido en un salón de clase que tiene las siguientes dimensiones: 10 m de largo, 7 m 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?

---

---

6. ¿Cuál será 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?

---

---

7. Determina la solubilidad del nitrato de sodio, NaNO<sub>3</sub> a 40°C y a 60°C. Para responder a esta pregunta, utiliza la gráfica de solubilidad del NaNO<sub>3</sub> de la página 52.

---

---

8. ¿Cuál es la masa de los 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?

---

---

9. La siguiente es una lista de propiedades del plomo:

- i. Sólido de color gris azulado
- ii. Punto de fusión de  $327.46^\circ\text{C}$ .
- iii. Densidad de  $11.34 \text{ g/cm}^3$ .
- iv. Se combina con el oxígeno para formar, monóxido y dióxido de plomo.

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

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

10. Se tiene una muestra de 100 mL de agua y se determina el punto de ebullición en el puerto de Mazatlán (nivel del mar) y en la ciudad de México (2250 m sobre el nivel del mar), ¿qué esperas que suceda?

- a) El punto de ebullición del agua sera mayor en Mazatlán
- b) El punto de ebullición del agua sera mayor en el Distrito Federal
- c) El punto de ebullición del agua sera menor en Mazatlán
- d) El punto de ebullición del agua no va a variar, pues es una propiedad intensiva

11. Se tienen las siguientes sustancias: agua, gasolina e hierro. Si se mezclan en un recipiente dichas sustancias y tomando como base los datos referenciados de densidad, ¿qué esperas que suceda macroscópicamente?

---

---

---

---



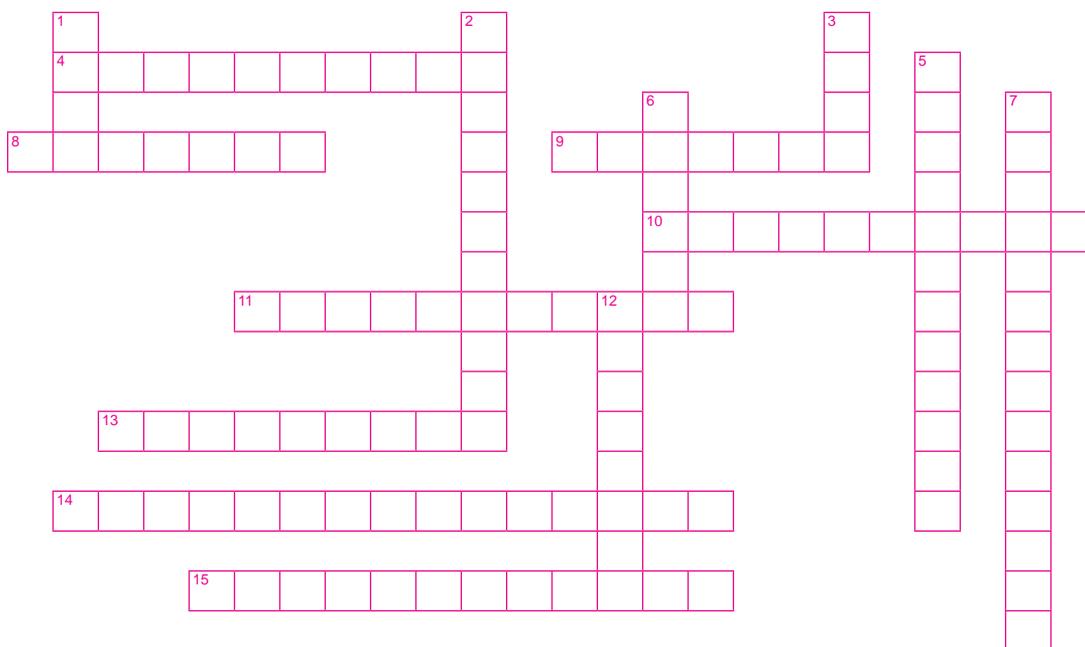
## Autoevaluación

### Actividad 1.35



Resuelve el siguiente crucigrama acerca de 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 modifica su composición.
10. Nombre que reciben también las propiedades que no dependen de la cantidad de masa.
11. Propiedad física que 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 los órganos de los sentidos, como el color, olor, sabor y olor.
12. Propiedad física que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.

## Los cambios en las sustancias

- Identifica preconcepciones personales acerca de algunos fenómenos físicos y químicos.
- Utiliza los niveles de representación de la química para explicar los cambios físicos y químicos que suceden en su vida cotidiana.
- Valora sus preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos físicos y químicos como base para la construcción del conocimiento científico.

Como ya lo señalamos, la química se define como la ciencia que estudia la composición, estructura, propiedades y transformaciones de las sustancias. En este apartado estudiaremos de manera general, los cambios que experimentan las sustancias.

### Problematización

¿Los cambios que se presentan en la naturaleza, ¿sólo se pueden clasificar como físicos o químicos? \_\_\_\_\_

### Actividad 1.36



En forma colaborativa y mediante una lluvia de ideas da respuesta a las siguientes preguntas.

1. Los fenómenos son siempre sucesos anormales o paranormales.	F	V
2. El ciclo del agua es un fenómeno físico.	F	V
3. Para que un cambio se realice, siempre se requiere energía.	F	V
4. Existen fenómenos físicos, químicos, biológicos, sociales, nucleares, entre otros.	F	V
5. En un fenómeno físico sólo cambia la composición del cuerpo material.	F	V
6. En un fenómeno nuclear, existe combinación y transformación de partículas subatómicas.	F	V
7. La floración de las plantas es un fenómeno biológico.	F	V
8. La corrosión de los metales es un fenómeno químico.	F	V
9. En un fenómeno químico no cambia la composición del cuerpo material.	F	V
10. La fotosíntesis es sólo un fenómeno físico.	F	V
11. Cuando un gas se calienta, sus partículas aumentan de tamaño.	F	V
12. Cuando una sustancia cambia de estado físico, también cambia su masa.	F	V
13. Cuando el agua hierve durante 20 minutos, las burbujas que se liberan son del aire que se encontraba disuelto.	F	V
14. El calentamiento global del planeta no puede ser considerado un fenómeno.	F	V
15. En el Sol ocurren fenómenos nucleares, de fusión y fisión.	F	V
16. Los cambios de estado de agregación en las sustancias son cambios físicos.	F	V

## Adquisición y organización de la información

### Actividad 1.37



En forma individual lee la información que se te proporciona acerca de los cambios en las sustancias.

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 cambios que se presentan en la naturaleza no son exclusivamente físicos o químicos, sino también biológicos, nucleares y sociales. A todo cambio, sea este físico, químico o biológico se le conoce también como proceso, hecho o fenómeno.



Denominamos **fenómeno** a todo cambio, modificación o transformación que se produce en las sustancias, sea ésta, en su composición, forma, estructura, posición, color, etc.

Cuando las modificaciones o cambios no alteran la composición de las sustancias, se dice que son **cambios físicos**, ejemplos de ello, tenemos varios, como el inflado de un globo, el recortar un papel, el estiramiento de una liga,

los fenómenos de la luz (difracción, reflexión y refracción), la disolución del azúcar, la evaporación de un líquido.

Cuando los cambios alteran la composición de las sustancias, se denominan **cambios químicos**. A estos cambios se les conoce de manera específica como reacciones químicas. En ellas ocurre rompimiento y formación de nuevos enlaces. El reordenamiento de los átomos conlleva a la formación de nuevas sustancias. Algunos ejemplos son, la combustión de un cerillo, la oxidación de un clavo, la fermentación del jugo de uva, la acción de un ácido sobre la superficie de un metal, etc.



Fig. 1.39 Corrosión del hierro.

Los cambios que se llevan a cabo en el sol, así como los que se llevan a cabo en los núcleos de algunas sustancias como el uranio, polonio, plutonio, se denominan cambios nucleares, estos cambios son de dos tipos, de fisión y de fusión. La fisión ocurre cuando un núcleo inestable se divide en dos o más núcleos pequeños, liberando además de energía, y neutrones, partículas alfa y beta.

La **fusión** es un proceso en el que varios núcleos atómicos se unen para formar un núcleo atómico más pesado, en este proceso también se libera gran cantidad de energía.



Fig. 1.38 Niña inflando un globo.

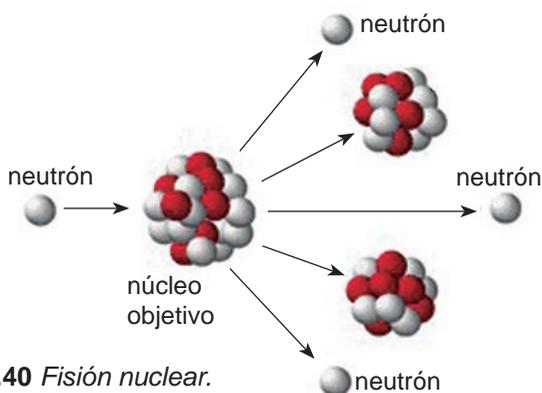


Fig. 1.40 Fisión nuclear.

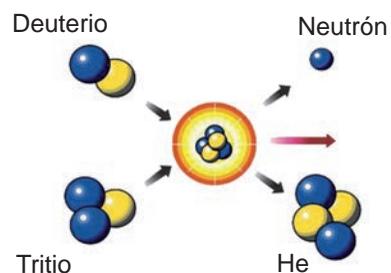


Fig. 1.41 Fusión nuclear.

### Actividad 1.38



Indaga en diversas fuentes electrónicas o bibliográficas, las características que presentan los fenómenos físicos y químicos.

Características	
Cambio físico	Cambio químico

### Cambios de estado de agregación de la materia

Los cambios de estado de agregación de la materia son cambios físicos. Para realizar un cambio de un estado a otro, es necesario tener 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 sus 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.

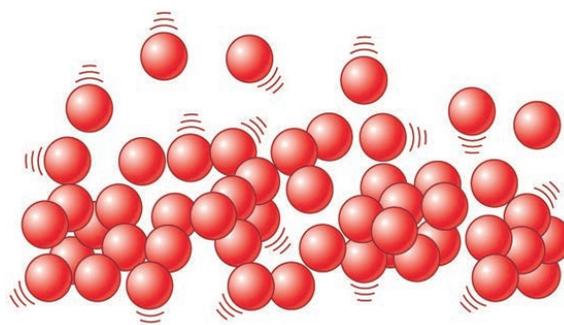


Fig. 1.42 Energía cinética molecular.

Por ejemplo, para que un líquido cambie al estado gaseoso, es necesario proporcionarle calor para que aumente su temperatura y, por consiguiente, aumente 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 cinética promedio de las partículas del sistema.



En el siguiente diagrama se muestran los diferentes cambios en los tres estados de agregación de la materia.

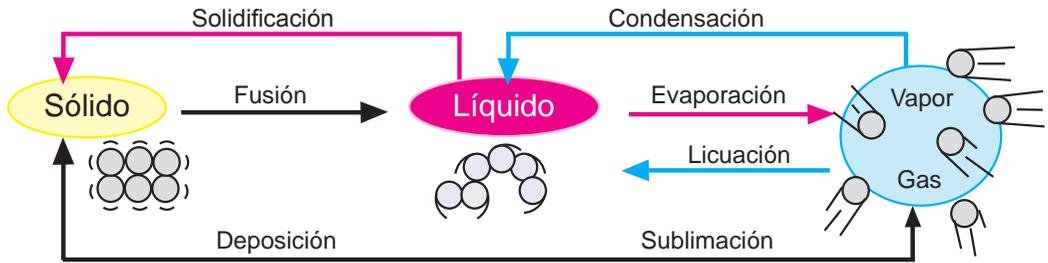
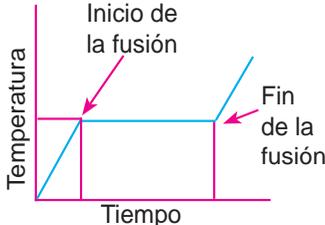
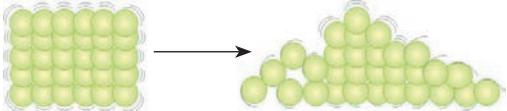
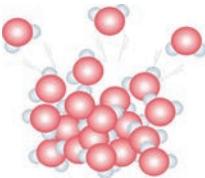


Fig. 1.43 Los cambios de estado de agregación.

En el siguiente ejemplo se explica la fusión y la evaporación desde los niveles macroscópico y submicroscópico.

Hechos (lo macroscópico)	Teoría (Interpretaciones desde lo submicro)
<p><b>Fusión</b></p> <p>Cuando a un sólido se le aplica calor, éste puede pasar al estado líquido. 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. La fusión es el cambio de estado sólido a líquido.</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. 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, éstas vibran rápidamente, algunas se liberan y escapan de la superficie del líquido al vencer las fuerzas atractivas.</p> 

¿Sabías que...

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



¿Sabías que...

la evaporación del sudor que se libera en la transpiración, cumple la función de mantener el equilibrio térmico del cuerpo?



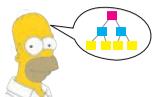
## Procesamiento de la información

**Actividad 1.39**

En forma colaborativa explica los siguientes cambios de estado de agregación de la materia haciendo uso de la teoría cinética corpuscular.

Hechos (Lo macroscópico)	Teoría (Interpretaciones desde lo submicroscópico)
Condensación	
Solidificación	
Sublimación	
Licuación	

## Procesamiento de la información

**Actividad 1.40**

En forma colaborativa elabora un mapa conceptual donde integres los diferentes conceptos relacionados con los cambios en las sustancias.

## Aplicación de la información

**Actividad 1.41**

Aplica la información para dar respuesta a los siguientes cuestionamientos.

1. Deja caer una gota de acetona sobre la superficie de un vidrio. Observa durante algunos minutos lo que ocurre. ¿Cómo denominas a 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

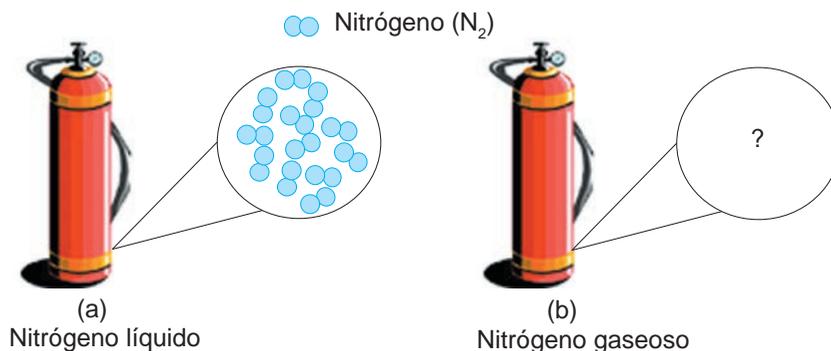
4. ¿Cuál es la razón para su respuesta en la pregunta 3?

- 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

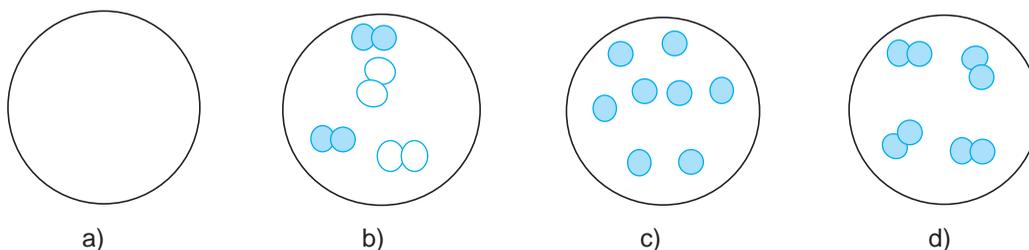
5. Un refresco embotellado forma a veces una capa de agua en el exterior del vidrio. ¿Cómo explicar este fenómeno?

- 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 de cómo se encuentran las moléculas de nitrógeno líquido en un recipiente cerrado.



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



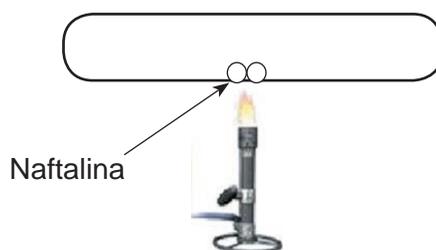
7. Cuando un objeto se calienta aumenta de tamaño. A este fenómeno lo llamamos dilatación. Si calentamos el aire presente en un matraz, al cual previamente le colocamos un globo en la boca de salida. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones explica mejor este hecho?

- 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





## Autoevaluación

## Actividad 1.42

Responde de nuevo a las preguntas iniciales como falsas o verdaderas y fundamenta cada una de tus respuestas.

Pregunta	Fundamentación
1. Los fenómenos son siempre sucesos anormales o paranormales.	
2. Los fenómenos son siempre sucesos anormales o paranormales.	
3. Para que un cambio se realice, siempre se requiere energía.	
4. Existen fenómenos físicos, químicos, biológicos, sociales, nucleares.	
5. En un fenómeno físico sólo cambia la composición del cuerpo material.	
6. En un fenómeno nuclear, existe combinación y transformación de partículas subatómicas.	
7. La floración de las plantas es un fenómeno biológico.	
8. La corrosión de los metales es un fenómeno químico.	
9. En un fenómeno químico no cambia la composición del cuerpo material.	
10. La fotosíntesis es sólo un fenómeno físico.	
11. Cuando un gas se calienta, sus partículas aumentan de tamaño.	
12. Cuando una sustancia cambia de estado físico, también cambia su masa.	
13. Cuando el agua hierve durante 20 minutos, las burbujas que se liberan son del aire que se encontraba disuelto.	
14. El calentamiento global del planeta no puede ser considerado un fenómeno.	
15. En el Sol ocurren fenómenos nucleares, de fusión y fisión.	

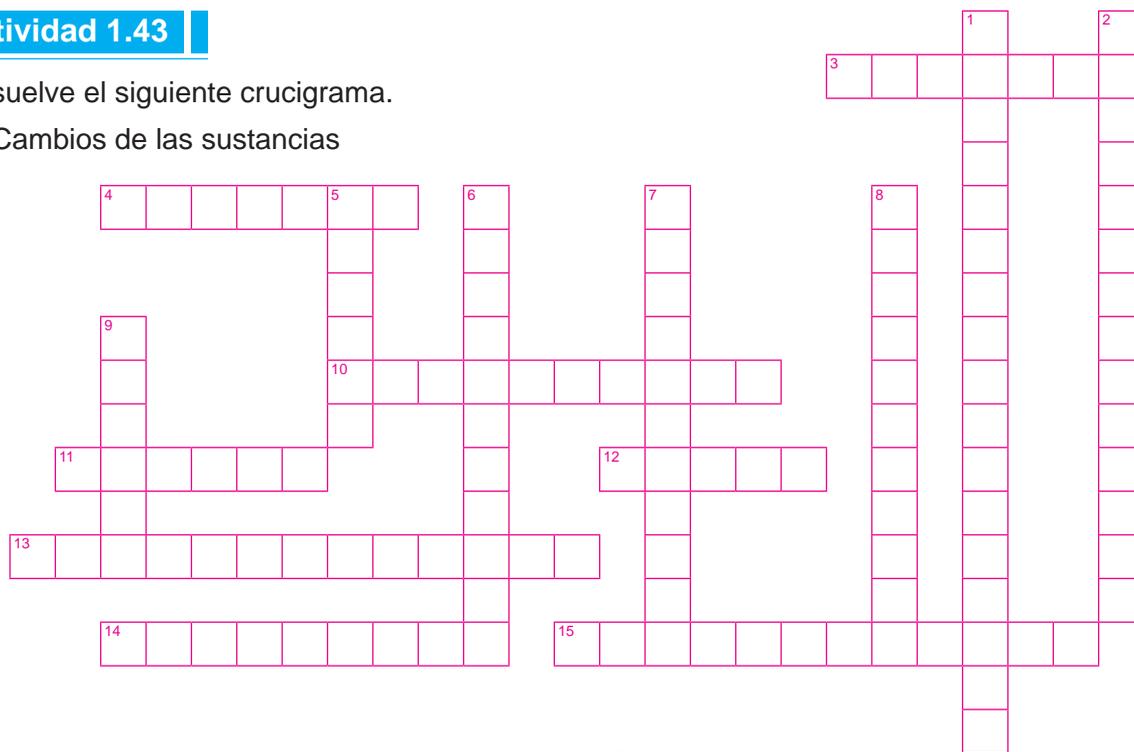


## Autoevaluación

## Actividad 1.43

Resuelve el siguiente crucigrama.

## Cambios de las sustancias



## 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 o liberarse de 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.



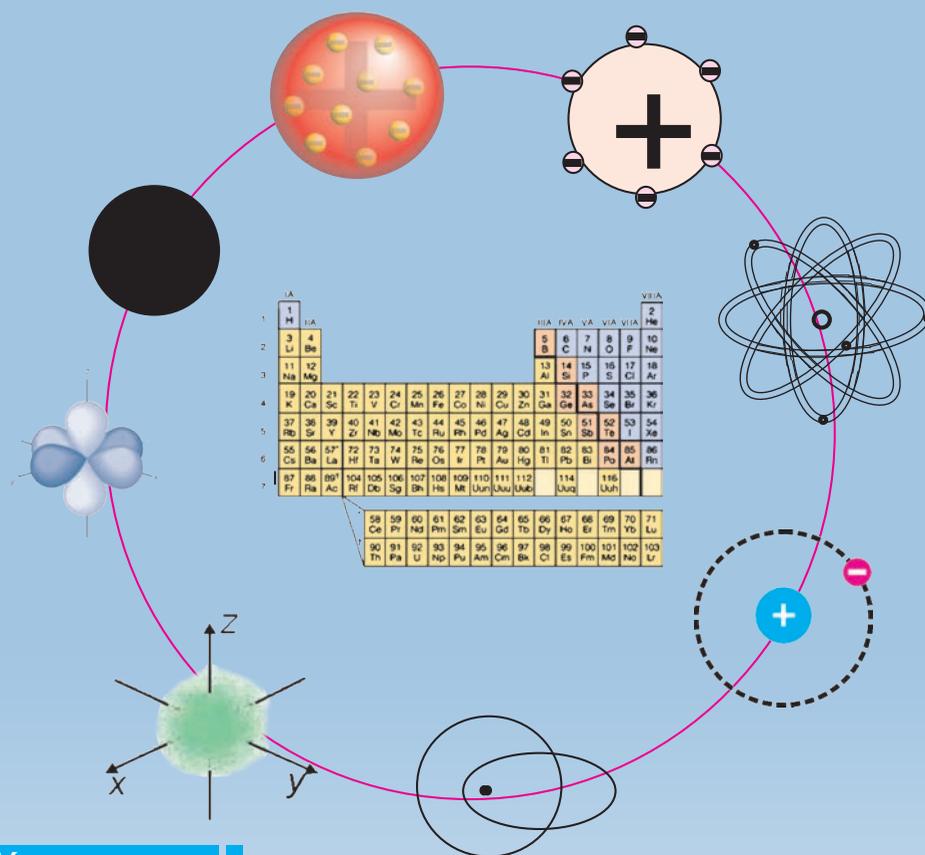
## Autoevaluación de la unidad 1

### Actividad 3.50

En forma individual elabora un mapa conceptual que rescate en gran medida las ideas centrales de esta unidad.

## UNIDAD II

# Estructura atómica y tabla periódica



### Introducción

El propósito de esta unidad consiste en que el alumno utilice la configuración electrónica para ubicar, identificar o predecir las propiedades de los elementos haciendo uso de la tabla periódica.

En un primer proceso se abordan las partículas subatómicas y se problematiza si éstas son realmente elementales o existen otras aún más pequeñas como constituyentes de las mismas.

En un segundo proceso se revisan los isótopos, su noción y se valoran los beneficios y riesgos de su aplicación.

En un tercer proceso se aborda el modelo de Bohr y la distribución de electrones de acuerdo a este modelo.

En un cuarto proceso se revisan los fundamentos del modelo mecanocuántico y las reglas para el llenado electrónico.

En un quinto proceso se busca correlacionar la configuración electrónica y la tabla periódica, que permita ubicar, identificar o predecir las propiedades de los elementos.

En un sexto proceso se revisan las propiedades periódicas más relevantes de los elementos químicos, que ayudarán a comprender cómo estas propiedades permiten la unión entre los átomos e iones de estos elementos.

**COMPETENCIAS GENÉRICAS**

ATRIBUTO	CRITERIOS DE APRENDIZAJE
4.1 Expresa ideas y conceptos mediante diversos sistemas de representación simbólica.	Conceptualiza la noción de isótopo con base en las partículas nucleares presentes en dos o más núclidos de un mismo elemento.
4.3 Identifica y evalúa las ideas clave en un texto o discurso oral e infiere conclusiones a partir de ellas.	Identifica ideas claves a través de la lectura de un texto de química relacionado con la estructura del átomo y periodicidad química.
4.5 Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y expresar ideas, de manera responsable y respetuosa.	Indaga los acontecimientos más importantes acerca de la estructura del átomo, mediante el uso responsable de las tecnologías de la información y la comunicación.
5.1 Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva en la búsqueda y adquisición de nuevos conocimientos.	Realiza las actividades experimentales siguiendo instrucciones, procedimientos y normas de seguridad.
5.2 Ordena información de acuerdo a categorías, jerarquías y relaciones.	Organiza ideas clave acerca de la estructura del átomo, teniendo en cuenta las categorías, jerarquías y relaciones entre ellas.
5.4 Construye hipótesis y diseña y aplica modelos para probar su validez.	Plantea hipótesis en el diseño y realización de actividades experimentales, de manera clara y coherente.
5.5 Elabora conclusiones y formula nuevas interrogantes, a partir de retomar evidencias teóricas y empíricas.	Elabora conclusiones con base en los resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio.
6.1 Selecciona, interpreta y reflexiona críticamente sobre la información que obtiene de las diferentes fuentes y medios de comunicación.	Selecciona información acerca de las partículas subatómicas y/o de la radiactividad al acudir a fuentes actuales y apropiadas.
8.3 Asume una actitud constructiva al intervenir en equipos de trabajo, congruente con los conocimientos y habilidades que posee.	Participa en equipos diversos, aportando sus conocimientos y habilidades, con una actitud congruente y constructiva,
11.1 Asume una conciencia ecológica, comprometida con el desarrollo sustentable a nivel local, regional, nacional y planetario.	Indaga el fenómeno de la radiactividad, a través del estudio de casos en la producción de energía, la mejora de la salud y cuidado de la naturaleza.
11.3 Contribuye al alcance de un equilibrio entre los intereses de corto y largo plazo con relación al ambiente.	Propone acciones de atención a problemáticas ambientales, del contexto regional y nacional, mediante el estudio de la contaminación por metales pesados.

**COMPETENCIAS DISCIPLINARES**

ÁREA: CIENCIAS EXPERIMENTALES	CRITERIOS DE APRENDIZAJE
2. Fundamenta opiniones sobre los impactos de la ciencia y la tecnología en su vida cotidiana, asumiendo consideraciones éticas.	Analiza los beneficios y riesgos de los isótopos radiactivos a través del estudio de casos en la producción de energía, la mejora de la salud y cuidado de la naturaleza.
3. Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas.	Identifica problemas de la química, formula preguntas científicas y plantea hipótesis mediante la realización de actividades experimentales.
4. Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.	Registra y sistematiza información pertinente a través de la observación en la actividad experimental y/o en la indagación de problemáticas o principios de la química.
5. Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones.	Comunica los resultados obtenidos de las prácticas realizadas en el laboratorio con base en los criterios establecidos previamente.
6. Valora las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas.	Contrasta preconcepciones personales sobre las partículas subatómicas al hacer uso de la teoría científica.
7. Explicita las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos.	Desarrolla su proyecto de ciencias, al expresar las nociones científicas que le dan sustento.
9. Diseña modelos o prototipos para resolver problemas, satisfacer necesidades o demostrar principios científicos.	Explica principios de la química mediante el diseño y construcción de modelos.
10. Relaciona las expresiones simbólicas de un fenómeno de la naturaleza y los rasgos observables a simple vista o mediante instrumentos o modelos científicos.	Relaciona las propiedades macroscópicas y submicroscópicas de un elemento con base en la configuración electrónica, número atómico, y ubicación en la tabla periódica.
13. Relaciona los niveles de organización química, biológica, física y ecológica de los sistemas vivos.	Ubica los bioelementos esenciales en la tabla periódica y la función que desarrollan en los seres vivos, con base a su número atómico y propiedades.
14. Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana.	Aplica normas de seguridad en la realización de actividades experimentales mediante el manejo adecuado de sustancias, instrumentos y equipo.

## Propósito de la unidad

**Utiliza la configuración electrónica para ubicar, identificar o predecir las propiedades de los elementos haciendo uso de la tabla periódica.**

### El átomo y sus partículas

- Describe las partículas subatómicas por su símbolo, carga y ubicación en un átomo o núcleo.
- Relaciona el número atómico y número de masa con el número de partículas subatómicas presentes en un átomo o núcleo determinado.
- Aprecia la relevancia del uso de las partículas subatómicas en algunos fenómenos de la vida cotidiana.



### Problematización

#### Actividad 2.1

Explora tus conocimientos previos, dando respuesta a las siguientes preguntas de falso-verdadero.

1. Si los átomos son eternos y se incorporan al agua, aire y Tierra, ¿existe la probabilidad de que uno o varios de los átomos que constituyen tu cuerpo haya pertenecido a un dinosaurio?	F	V
2. El electrón es una partícula subatómica que se encuentra ubicada en el núcleo atómico.	F	V
3. La carga eléctrica del electrón es $-1.602 \times 10^{-19}$ Culombios	F	V
4. El electrón tiene una masa que es aproximadamente 1836 veces menor con respecto a la del neutrón.	F	V
5. El neutrón es una partícula subatómica que se encuentra girando alrededor del núcleo atómico.	F	V
6. La masa de un neutrón es similar a la del protón.	F	V
7. Las únicas partículas elementales en el núcleo, son los protones y neutrones.	F	V
8. El número de masa representa la suma de protones y neutrones.	F	V
9. El número de electrones determina el número atómico de un átomo.	F	V
10. Los protones y neutrones son partículas constituidas por quarks.	F	V

### Adquisición y organización de la información

#### Actividad 2.2



En forma individual o colaborativa, lee la información que se te proporciona acerca de las partículas subatómicas.

Desde la antigüedad, una de las preguntas que siguen inquietando al ser humano, es el origen del universo. ¿De qué está hecho y cómo se formó? En la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN, por sus siglas en francés: *Conseil Européen pour la Recherche*

*Nucléaire*), los físicos e ingenieros realizan una diversidad de experimentos con el acelerador de partículas más potente del mundo (conocido como el colisionador de hadrones), buscando encontrar respuesta a éstas y otras interrogantes. Estudian los constituyentes básicos de la materia (partículas elementales), al acelerar y hacer chocar entre sí a las partículas, a velocidades cercanas a la de la luz. En este proyecto trabajan investigadores de todo el mundo incluyendo estudiantes y científicos mexicanos del IPN, la UNAM, la BUAP y la UAS.



**Fig. 2.1** Colisionador de hadrones, CERN.



**Fig. 2.2**  
Demócrito.

El descifrar cómo está constituida la materia, fue uno de los retos principales de los filósofos griegos del siglo V a. c. Entre ellos, Leucipo y Demócrito plantearon que la materia es de naturaleza discontinua y por tanto, formada por 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.

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

Contrario a esta propuesta, filósofos griegos como Empédocles y Aristóteles, consideraron que la materia es continua y que no está formada por átomos. Esta idea perduró desafortunadamente más de 2000 años, debido a la influencia intelectual de Aristóteles, quien rechazó la idea atomística.

Fue hasta 1803 que en los trabajos de John Dalton renació la teoría atómica, marcando así el desarrollo de la química del siglo XIX.

Es importante tener en cuenta que la teoría de Dalton describió 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 descubrimientos. Debemos reconocer que sus teorías sirvieron como punto de partida para la evolución del pensamiento científico. De la teoría de Dalton podemos destacar sus definiciones de átomo, elemento y compuesto.

#### ¿Sabías que...

el daltonismo es un trastorno genético que se denomina así porque el físico británico John Dalton, descubrió y estudió en sí mismo esta enfermedad, que consiste en la imposibilidad de distinguir los colores? Aunque ningún daltónico confunde los mismos colores, de manera frecuente confunden el rojo y el verde.

#### ¿Sabías que...

Dalton se equivocó al proponer una relación de combinación 1:1 entre el hidrógeno y el oxígeno, y estableció que la fórmula del agua era HO?

#### Teoría de Dalton

1. La materia está constituida de pequeñas partículas denominadas «átomos».
2. Los átomos de un elemento dado son idénticos en masa, tamaño y propiedades químicas.
3. Los átomos de elementos diferentes son diferentes.
4. Los átomos son esféricos, compactos, indivisibles e indestructibles.
5. En una reacción química los átomos se separan, se combinan o se reordenan.
6. Los átomos de elementos diferentes se unen en relaciones numéricas simples para formar átomos compuestos (término que usó para referirse a lo que hoy denominamos molécula).



**Fig. 2.3** Teoría de Dalton.

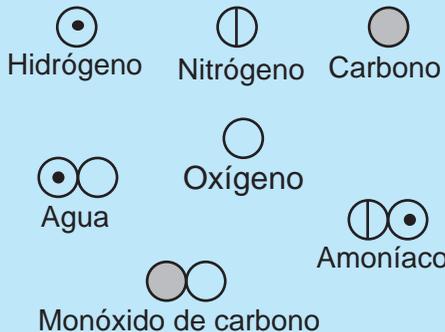
## Conozca más ...



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.



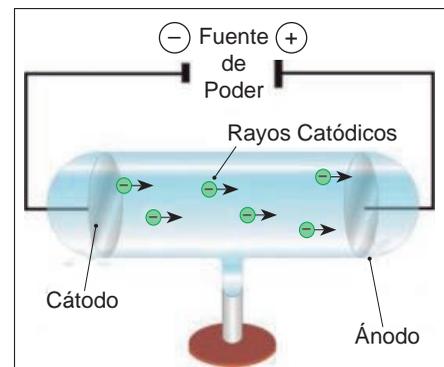
A la edad de 26 años (1792), Dalton descubrió que ni él ni su hermano eran capaces de distinguir los colores. Se dio cuenta de ello, cuando le regaló a su madre unas medias (que él creía azules) y ella le preguntó sorprendida cuál era la razón por la que le daba unas medias de color rojo escarlata, que no era apropiado para una mujer cualquiera. 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.

## Las partículas fundamentales: el electrón

Ahora las interrogantes se enfocaban a cuestionar la propuesta de Dalton, ¿de qué están constituidos los átomos?, ¿son realmente indivisibles e indestructibles?

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 (+).

Mucho se especuló acerca de la naturaleza de los rayos catódicos, pero la respuesta correcta se atribuye al físico inglés Joseph John Thomson quien en 1897, repitió los experimentos realizados por estos investigadores. Sus resultados demostraron que los rayos catódicos presentaban las siguientes características: tienen masa y carga eléctrica negativa.

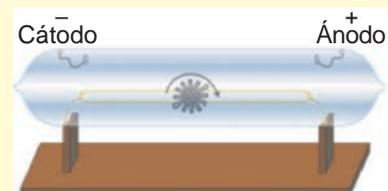


**Fig. 2.4** *Tubo de rayos catódicos.* Ver video en: [https://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=1dPv5WKBz9k](https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=1dPv5WKBz9k)

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.



## Conozca más ...

### 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.

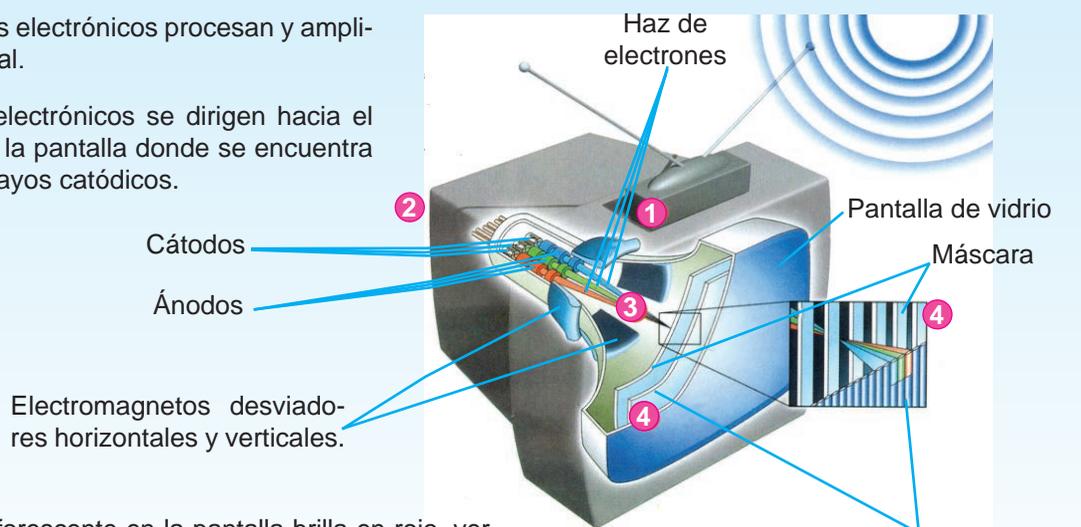
La televisión monocromática o en blanco y negro, como así se le conoció, tuvo un gran éxito comercial, pero las investigaciones por lograr una televisión a color continuaron.

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

- 1 La televisión recibe una señal electrónica de una estación de televisión a través de una antena o cable.
- 2 Los circuitos electrónicos procesan y amplifican la señal.
- 3 Los rayos electrónicos se dirigen hacia el extremo de la pantalla donde se encuentra el tubo de rayos catódicos.



El material fosforescente en la pantalla brilla en rojo, verde y azul. Las combinaciones de colores fosforescentes forman la imagen de la pantalla.

Láminas cubiertas con una sustancia fosforescente.

En ese mismo año, 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 Robert Millikan determinó la carga y la masa de esta partícula.

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

Estos resultados dieron respuesta a las interrogantes, invalidando con ello el modelo de Dalton.

J.J. Thomson propuso un nuevo modelo de átomo en 1904, conocido como modelo del budín o pudín de pasas.

**¿Sabías que...**

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?

**¿Sabías que...**

en 1902 lord Kelvin (William Thomson) ya había propuesto que el átomo estaba constituido de una esfera positiva uniforme, dentro de la cual se encontraban inmersos los electrones?

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.

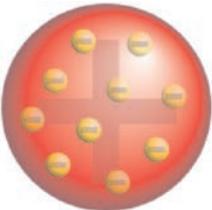
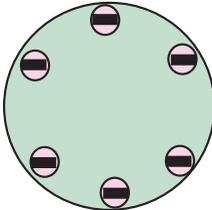



Fig. 2.5 Modelo atómico de Thomson.

Jean Perrin propuso a diferencia de Thomson que los electrones se encontraban fuera de la esfera positiva.

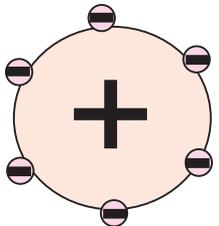


Fig. 2.6 Modelo atómico de Perrin.

**Las partículas fundamentales: el protón**

En los modelos de Thomson y Perrin se consideraba ya la presencia de cargas eléctricas positivas, sin haber sido descubierta la partícula que posteriormente se denominaría protón. Se tuvo en cuenta la siguiente hipótesis: *si los átomos tienen partículas con carga negativa, deben tener también partículas con carga positiva y la suficiente para neutralizarlo.*

Ernesto Rutherford (1871-1937) dedicó buena parte de su trabajo científico a investigar si efecti-

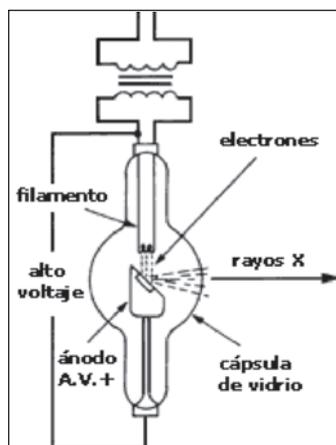
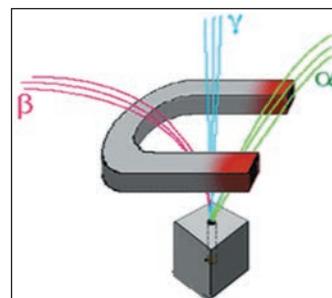


Fig. 2.7 Diagrama del tubo de rayos X utilizado por Röntgen y la primera imagen de las manos de su esposa.

vamente el átomo estaba constituido por una esfera positiva. El descubrimiento de los rayos "X" en 1895, por Wilhelm Konrad Röntgen (primer premio Nobel de Física en 1901) y el descubrimiento en 1896 del fenómeno de la radiactividad por Henry Becquerel, al intentar producir rayos "X" a partir de sales de uranio y su posterior estudio por Marie Sklodowska y Pierre Curie, que los llevó al descubrimiento de dos nuevos elementos radiactivos: el radio y el polonio, ayudaron a Rutherford a realizar sus posteriores investigaciones.

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



**Fig. 2.8** Trayectorias seguidas por las radiaciones provenientes de sustancias radiactivas en presencia de un campo magnético.

**Tabla 2.1** Características de los rayos alfa, beta y gamma.

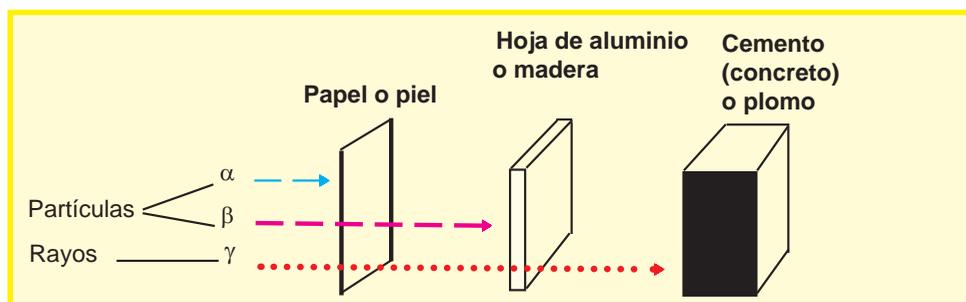
Rayos	Naturaleza	Carga	Poder de penetración
$\alpha$	Partículas con la masa de un núcleo de helio.	+2	Poco (menos de medio mm de espesor)
$\beta$	Electrones acelerados producto de la desintegración de un neutrón.	-1	Regular (menos de 3 mm de espesor).
$\gamma$	Radiación electromagnética semejante a los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

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.

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

### ¿Sabías que...

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. Este fenómeno debe su nombre a María Sklodowska Curie.



**Fig. 2.9** Poder de penetración de los rayos alfa, beta y gamma.

### ¿Sabías que...

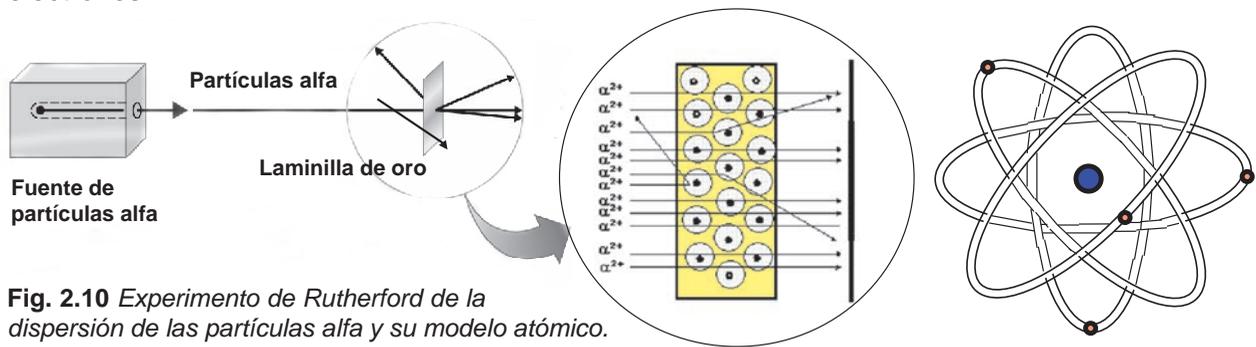
la luz visible no se puede utilizar para observar un átomo, porque su longitud de onda es aproximadamente 1000 veces mayor que el tamaño de un átomo?

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.

Rutherford pensó que la probabilidad de que una partícula alfa sufriese una dispersión hacia atrás era imposible, de acuerdo al modelo de Thomson. Cuando Geiger le comentó que Marsden lo había logrado. Exclamó. ¡Es casi tan increíble como que disparásemos una bala de 15 pulgadas sobre un papel de seda, volviese y nos hiriese”.

Rutherford expresó: ¡Esto sólo puede ser posible, si consideramos como punto de partida un sistema en el que la mayor parte de la masa del átomo, esté concentrada en un núcleo diminuto, de gran masa y portador de una cierta carga!

El experimento de dispersión de partículas alfa, dio la pauta a Rutherford en 1911, para concluir que los átomos poseen un núcleo positivo muy pequeño, alrededor del cual se mueven los electrones.



**Fig. 2.10** Experimento de Rutherford de la dispersión de las partículas alfa y su modelo atómico.

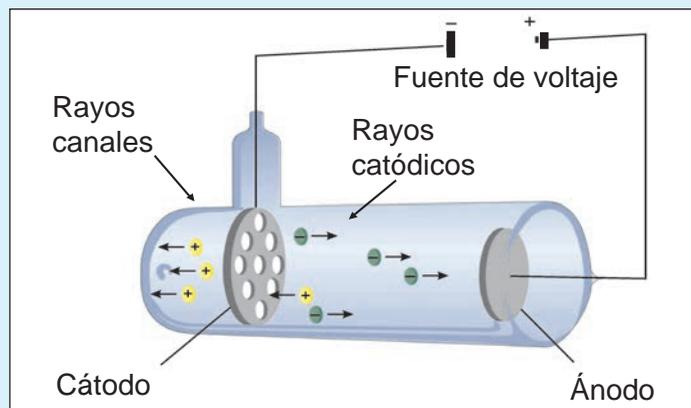
El modelo de Rutherford entró rápidamente en contradicción con la teoría electromagnética de Maxwell de aquel tiempo, al no poder explicar cómo estarían los electrones girando alrededor del núcleo sin emitir energía. Más tarde, se demostraría que las leyes del mundo macroscópico no rigen las del mundo submicroscópico.

Fue hasta 1919 que Ernest Rutherford logró aislar e identificar a un protón, por ello se le considera el descubridor de esta partícula subatómica. Sin embargo, fue Wilhelm Wien quien en 1898 determinó la relación carga masa del protón. De haberse utilizado la misma lógica para designar al descubridor del electrón, Wien debió ser considerado el descubridor del protón, pero no fue así.

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

### ¿Sabías que...

los protones ya habían sido descubiertos en 1886 por Eugene Goldstein, al observar cierta luminosidad detrás del cátodo. Para investigar el fenómeno, perforó el cátodo y observó que los rayos luminosos atravesaban los orificios o «canales», debido a esta particularidad les denominó rayos canales.



## Las partículas fundamentales: El neutrón

En 1920, E. Rutherford supuso la existencia del neutrón, al comprobarse mediante diversos experimentos que la masa de protones y electrones no coincidía con la masa total del átomo. Fue hasta 1932, que 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 (1838.4 veces mayor que la del electrón), a esta partícula por sus características se le denominó neutrón.

¿Qué tan elementales son las partículas subatómicas, como el protón, el neutrón y el electrón?

Según Herrera (2013), existen 12 partículas elementales, que se clasifican en dos grupos: quarks y leptones, con los cuales se forman tres familias, cada una conformada por dos leptones y dos quarks.

La primera familia se integra por los quarks up (arriba) y down (abajo), así como por los leptones, electrón y neutrino electrónico. Tal como se observa en la tabla de la lectura de conozca más... ¿Qué tan elementales

son las partículas subatómicas? Las partículas de la primera familia son las que constituyen todo lo que nos rodea; la segunda y tercera familia se producen en el laboratorio o en la colisión de rayos cósmicos con átomos de la atmósfera terrestre, las cuáles se considera existieron en el big bang.

Con esta información se puede afirmar que los átomos son en sí mismos partículas compuestas constituidas por un núcleo, formado a su vez por partículas subatómicas llamadas nucleones (protones y neutrones), estos a su vez están constituidos de quarks y alrededor del núcleo un conjunto de electrones.

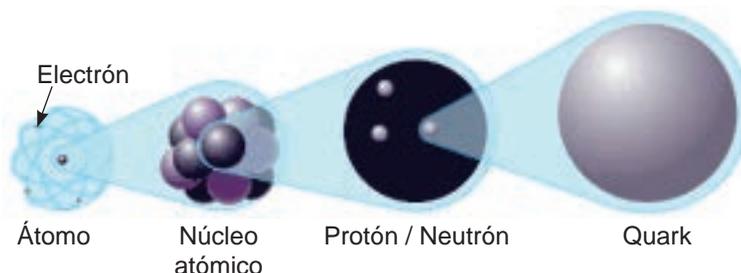


Fig. 2.11 *Los componentes del átomo.*

### ¿Sabías que...

un parámetro esencial para la clasificación de las partículas es su “espín”. Este nos permite clasificarlas en fermiones y bosones.

Los fermiones se caracterizan por tener espín semi-entero ( $1/2, 3/2, \dots$ ). Ejemplo de fermiones, tenemos a los quarks y los leptones.

Los bosones se caracterizan por tener espín entero, ejemplo de ellos, son los fotones, gluones, bosones W y Z, boson de Higgs, y el teórico “gravitón”. Hay partículas compuestas como los mesones y núcleos estables de número de masa par como el deuterio-2, helio-4 o plomo-208.

A los arreglos de tres quarks se les llama bariones, y a los de dos quarks, se les llama mesones. Tanto a bariones como mesones se les conoce como hadrones.

Un hadrón es una partícula subatómica formada por quarks que permanecen unidos debido a las interacciones fuertes entre ellos.

La palabra hadrón proviene del griego ἄδρός, hadrós, que significa “denso”.

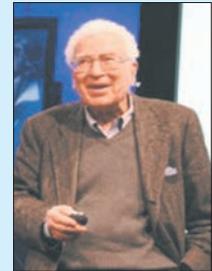


Conozca más ...

¿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 años 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.



Fotografía de Murray GellMann tomada de wikipedia.org

		FERMIONES						BOSONES		
		PRIMERA FAMILIA		SEGUNDA FAMILIA		TERCERA FAMILIA		FUERZAS	PARTÍCULAS MEDIADORAS	
LEPTONES	Neutrino electrónico		Neutrino muónico		Neutrino tauónico			Electromagnéticas	Fotón	GRAVITÓN TEÓRICO
	$\mu$	0	$\nu_{\mu}$	0	$\nu_{\tau}$	0				
	Electrón		Muón		Tau					
QUARKS	e	-1	$\mu$	-1	$\tau$	-1	BOSÓN DE HIGGS	Fuerza débil	W, Z	
	Up (arriba)		Charm (encanto)		Top (alto)					
	u	+2/3	c	+2/3	t	+2/3		Fuerza fuerte	Gluones	
	Down (abajo)		Strange (extraño)		Bottom (fondo)					
	d	-1/3	s	-1/3	b	-1/3				

Esta teoría permitió explicar los fenómenos subatómicos, pero no explicaba el origen de la masa de las partículas.

En 1964 Peter W. Higgs propuso el siguiente mecanismo para explicar el origen de la masa de las partículas elementales: la masa de las

partículas está causada por una fricción con el campo que permea el vacío; las partículas con una mayor fricción con este campo tienen una masa mayor.

La partícula asociada a este campo, es el bosón de Higgs. Una especie de continuo que se extiende por el espacio formado por incontables bosones de Higgs. El bosón de Higgs era la pieza que faltaba por descubrir en el Modelo Estándar. El bosón de Higgs no se puede observar directamente, porque se desintegra casi inmediatamente, produciendo fotones, muones, electrones, entre otras partículas. Para producir el bosón hay que utilizar aceleradores de partículas para recrear condiciones semejantes al big bang.



Con ese objetivo, el Gran Colisionador de Hadrones del CERN en Ginebra, Suiza, fue inaugurado en 2008, y los experimentos empezaron en 2010. Desde el 2011 el CERN ha reunido información necesaria para anunciar el descubrimiento del bosón de Higgs.

El bosón de Higgs, designado como la partícula de Dios, causó miedo a nivel internacional, por las posibles repercusiones del experimento.

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.

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.

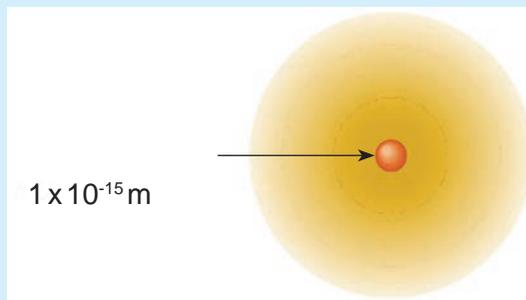
## Conozca más ...

¿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

$1 \times 10^{-15} \text{ m}$



Esto representa la cienmilésima parte del diámetro de un átomo.

Balón de fútbol



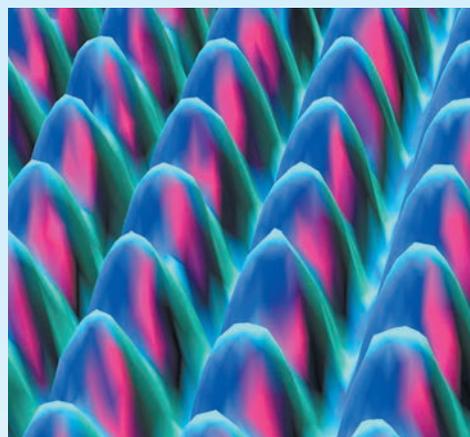
Buscando una analogía con el mundo macroscópico, diríamos que si un estadio de fútbol representa al átomo, el núcleo estaría representado por el balón.

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).

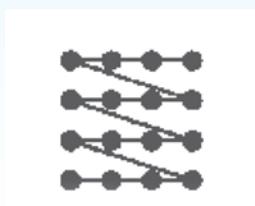
**¿Cómo se pueden captar las imágenes de los átomos con un microscopio de barrido de efecto túnel?**

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:

- 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).
- La cantidad de ajustes se registra y se puede desplegar como una imagen en escala de grises (B).



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

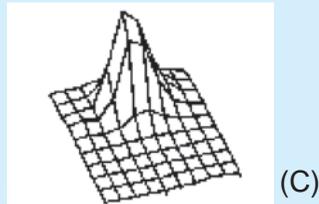


(A)

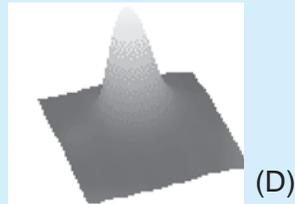


(B)

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)

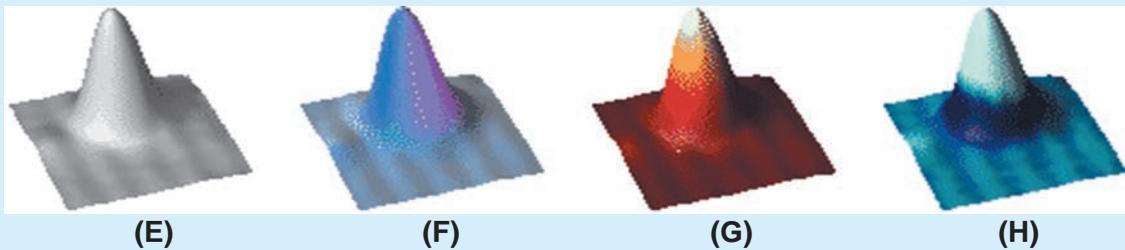


(C)



(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).



(E)

(F)

(G)

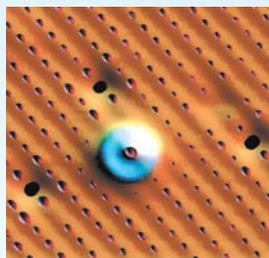
(H)

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.

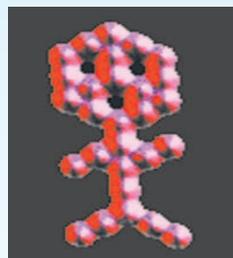
Veamos algunas imágenes captadas con este instrumento:



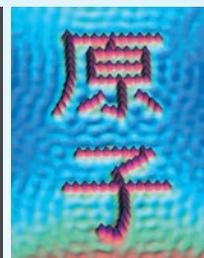
Átomos de platino



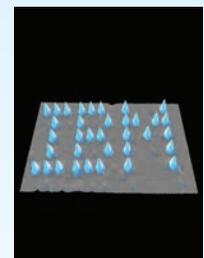
Átomos de níquel con un átomo de xenón.



Moléculas de monóxido de carbono sobre superficie de platino.



Átomos de hierro sobre superficie de cobre.



Átomos de xenón sobre superficie de níquel.

## Los protones y el número atómico

En 1913 el físico y químico inglés, Henry Moseley, descubrió una regularidad al graficar los resultados de sus mediciones de las frecuencias de los rayos X producidos al bombardear con rayos catódicos una serie de elementos, con respecto a su posición en la tabla periódica.

Al interpretarla encontró que existe una relación directa entre el número atómico y la carga del núcleo atómico.

Este número determina el número de protones presentes en el núcleo de un átomo. Se representa de manera convencional con la letra *Z* (del alemán *zahl*, que significa número), y es el número de orden o posición de un elemento en la tabla periódica.

Moseley demostró que las propiedades de un elemento están determinadas por el número atómico y no por el peso atómico, como lo estableció Dimitri I. Mendeleiev en 1869. Su descubrimiento le permitió predecir con confianza la existencia de siete nuevos elementos químicos, todos los cuales fueron encontrados posteriormente.  $Z = 43$  (Tc), 61 (Pm), 72 (Hf), 75 (Re), 85 (At), 87 (Fr) y 91 (Pa).

La producción científica de Moseley a sus escasos 27 años, fue envidiable y prolífica. La comunidad científica y el mundo entero perdió a este extraordinario joven en la Primera Guerra Mundial, al morir en la batalla de Gallipoli, Turquía en 1915.

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* es igual a 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:



**No. atómico (*Z*) = No. de protones = No. de electrones**

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

## Número de masa

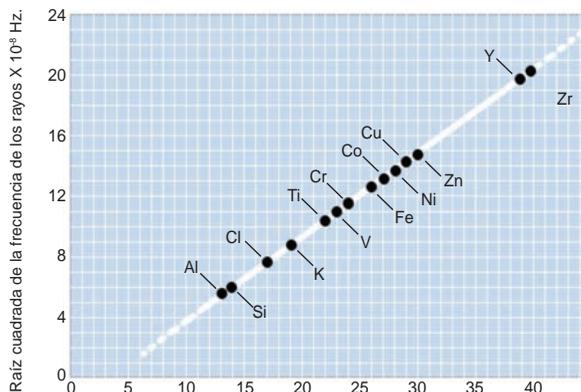
El número de masa es un número entero que corresponde a la suma de protones y neutrones y convencionalmente se representa con la letra *A* (del alemán *Atomgewicht*, que quiere decir peso atómico). Se escribe generalmente en la parte superior izquierda del símbolo químico del elemento.

**No. de masa (*A*) = No. de protones ( $p^+$ ) + No. de neutrones ( $n^0$ )**

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

Ejemplos:  ${}^1\text{H}$   ${}^{23}\text{Na}$   ${}^{40}\text{Ca}$

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?



**Gráfico 2.1** Raíz cuadrada de la frecuencia de los rayos X vs. número atómico.

### ¿Sabías que...

la masa de un átomo de un elemento determinado, es una masa promedio de los isótopos de ese elemento? Ésta 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:

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

### Núclidos

Un núclido es la representación de los nucleones (protones y neutrones) de un átomo, utilizando para ello, 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:  ${}^A_ZX$

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

$$A=35 \quad Z = 17$$



**No. de protones = 17**  
**No. de electrones = 17**  
**No. de masa = 35**  
**No. de neutrones = 35 - 17 = 18**

### Iones

Un ion se define como un átomo o grupo de átomos que tiene una carga neta positiva o negativa. ¿Cómo determinar el número de protones, electrones, neutrones, número de masa y número atómico, de estas especies atómicas? Veamos los siguientes ejemplos: en la primera especie el átomo de azufre está neutro, el número de electrones es igual al de protones, en la segunda especie el átomo de azufre ganó dos electrones y forma el ion sulfuro, por tanto se suman dos electrones, en la tercera especie el átomo de azufre pierde dos electrones, por tanto hay que restar dos electrones.

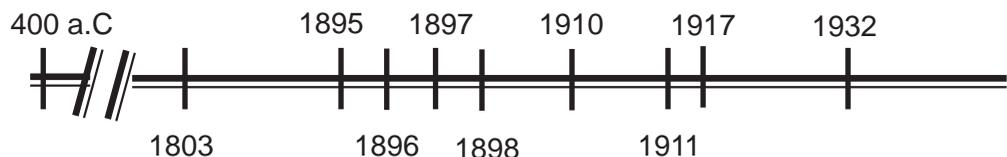
Especie	P+	e-	Z	A	n
${}^{32}_{16}\text{S}$	16	16	16	32	16
${}^{32}_{16}\text{S}^{2-}$	16	18	16	32	16
${}^{32}_{16}\text{S}^{2+}$	16	14	16	32	16

### Procesamiento de la información

#### Actividad 2.3



- Relaciona las columnas siguiendo la línea del tiempo, sobre 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. Röntgen	d) Postuló la Teoría Atómica	4. 1897
V. H. Becquerel	e) Descubrimiento del Núcleo Atómico	5. 1911

2. Escriba en los espacios de la siguiente figura, el nombre del investigador que propuso cada modelo atómico y relaciona a cada uno de estos modelos con su respectivo nombre.

\_\_\_\_\_ (1803) ( )      a. Modelo de Perrin

\_\_\_\_\_ (1904) ( )      b. Modelo del budín con pasas

\_\_\_\_\_ (1905) ( )      c. Modelo del átomo compacto

\_\_\_\_\_ (1911) ( )      d. Modelo del átomo nuclear

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

---



---

5. «El átomo no es indivisible ya que al aplicar un fuerte voltaje a los átomos de un elemento en estado gaseoso, estos emiten partículas con carga negativa». ¿Qué científico llega a esta conclusión tras descubrir la existencia de los electrones.

---



---

6. «Al bombardear los átomos de una lámina delgada con partículas cargadas positivamente (partículas alfa), la mayoría pasa sin ser desviadas, pero algunas son rechazadas por un pequeño núcleo positivo situado en el centro del átomo». Con esta conclusión se llegaba al descubrimiento del núcleo atómico, ¿qué científico fue capaz de tal hazaña?

---



---

7. 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. Thompson	Fuera	-1.6 x 10 <sup>-19</sup> C	-1	9.11 x 10 <sup>-28</sup> g	
Protón							1 uma
Neutrón							

8. Completa la siguiente tabla utilizando los datos que se proporcionan para cada átomo.

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

### Aplicación de la información

#### Actividad 2.4



En forma individual o colaborativa resuelve los siguientes cuestionamientos.

1. Explique por qué el número atómico permite deducir el número de electrones presentes en un átomo.

---



---

2. ¿Por qué todos los átomos de un mismo elemento tienen el mismo número atómico, a pesar de que pueden tener diferente número de masa?

---



---

3. ¿Cuál es el número de masa de un átomo de cobalto que tiene 30 neutrones?

---

4. En términos generales el radio de un átomo es aproximadamente 10,000 veces mayor que su núcleo. Si un átomo pudiera amplificarse de manera que el radio de su núcleo midiera 2 cm, casi el tamaño de una canica, ¿cuál sería el radio del átomo en metros?

---





## Autoevaluación

## Actividad 2.5

Responde de nuevo a las preguntas iniciales de falso-verdadero y fundamenta tu respuesta.

Pregunta	Fundamentación
1. Si los átomos son eternos y se incorporan al agua, aire y Tierra, ¿existe la probabilidad de que uno o varios de los átomos que constituyen tu cuerpo haya pertenecido a un dinosaurio?	
2. El electrón es una partícula subatómica que se encuentra ubicada en el núcleo atómico.	
3. La carga eléctrica del electrón es $-1.602 \times 10^{-19}$ Culombios	
4. El electrón tiene una masa que es aproximadamente 1836 veces menor con respecto a la del neutrón.	
5. El neutrón es una partícula subatómica que se encuentra girando alrededor del núcleo atómico.	
6. La masa de un neutrón es similar a la del protón.	
7. Las únicas partículas elementales en el núcleo, son los protones y neutrones.	
8. El número de masa representa la suma de protones y neutrones.	
9. El número de electrones determina el número atómico de un átomo.	
10. Los protones y neutrones son partículas constituidas por quarks.	

## Los isótopos: beneficios y riesgos

- Conceptualiza las nociones de isótopo y de radiactividad.
- Relaciona el concepto de isótopo, con base en las partículas nucleares presentes en dos o más núclidos de un mismo elemento.
- Reflexiona acerca de los beneficios y riesgos que trae consigo el uso de isótopos radiactivos, en la producción de energía, en la salud y el ambiente.



### Problematización

1. ¿Qué beneficios y riesgos encuentras en la aplicación de los isótopos en los diferentes ámbitos de la vida?

Explora tus conocimientos previos, dando respuesta a las siguientes aseveraciones como falsas o verdaderas.

1. Los átomos de un mismo elemento tienen masas diferentes porque tienen diferente número de protones.	F	V
2. El uranio-235 es el isótopo más ampliamente utilizado en los reactores nucleares.	F	V
3. La radiación nuclear se utiliza en el campo de la medicina como auxiliar en el diagnóstico y tratamiento de ciertas enfermedades.	F	V
4. El yodo-131 se utiliza en el diagnóstico y tratamiento de trastornos de la tiroides.	F	V
5. Todos los isótopos son radiactivos.	F	V
6. Existen isótopos estables e inestables.	F	V
7. Todo isótopo radiactivo es inestable y emite radiación espontánea desde su núcleo.	F	V
8. 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.	F	V
9. En una emisión tipo beta un neutrón se convierte en un protón y un electrón.	F	V
10. El carbono-14 se utiliza para determinar la edad de los fósiles.	F	V
11. La radiactividad no afecta a la salud de las personas y los animales.	F	V

## Adquisición y organización de la información

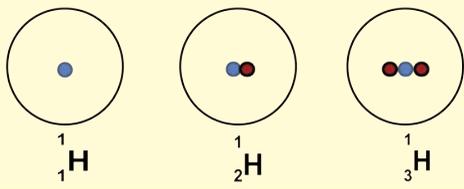
### Actividad 2.6



En forma individual realiza la lectura acerca de los isótopos y elabora una síntesis de la misma.

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).



**Fig. 2.12** Isótopos del hidrógeno: protio, deuterio y tritio.

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.

Un núcleo se considera estable si no se transforma en 1021 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**. Existen tres tipos de emisión, alfa, beta y gamma. Los isótopos que sufren desintegración radiactiva se llaman **radionúclidos** o **radioisótopos**.

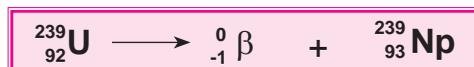
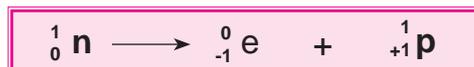
### Emisión alfa

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. Ejemplo:



### 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.



### Emisión gamma

La emisión gamma ( $\gamma$ ) es un tipo de radiación electromagnética producida generalmente por el Sol y por la desintegración de elementos radiactivos. Los seres humanos debemos cuidarnos de la exposición a la radiactividad, pues debido a su alta energía puede penetrar la piel y los huesos, causando daño a las células. Para beneficio de todos, la radiación gamma producida en el espacio es absorbida en la alta atmósfera.

### Las centrales nucleolétricas

Las reacciones de fisión nuclear van acompañadas de la liberación de enormes cantidades de energía. En las centrales nucleolétricas esta energía se utiliza para generar energía eléctrica. Según datos del Foro de la Industria nuclear, existen 438 centrales nucleares que producen el 17 % de la electricidad mundial. En nuestro país se encuentran funcionando dos reactores nucleares en la Central nucleolétrica «Laguna Verde» en Veracruz, uno desde 1989 y el otro en

1995. A nivel mundial ante la escasez de combustibles fósiles, una de las alternativas para generar energía eléctrica fue la fisión nuclear. ¿Por qué seguirle apostando a este tipo de energía, si también procede de una fuente no renovable? Ahora bien, a pesar de los intentos por construir reactores nucleares cada vez más seguros, han ocurrido accidentes tanto en Estados Unidos (1979), Rusia (1986) y recientemente en Japón (2011), que obligan a la reflexión.

### Conozca más ...

‘Fukushima ya es como Chernóbil’

TOKIO (UNIV). Una posible fractura en el reactor 3 de la planta nuclear de Fukushima agravó nuevamente ayer la crisis, dos semanas después del terremoto y tsunami que afectaron el noreste del País, que ha dejado hasta ahora más de 10 mil muertos y 17 mil 500 desaparecidos.

Los indicios sugieren que la contaminación radiactiva podría ser peor de lo que se pensaba en un principio; una contaminación en los mantos acuíferos subterráneos sería la consecuencia más probable.

La Agencia de Seguridad Nuclear de Japón informó ayer, sábado, que se ha detectado una concentración de yodo radiactivo mil 250 veces superior al límite legal en aguas marinas cercanas a la planta nuclear de Fukushima.

Pese a que se trabajan las 24 horas para impedir un accidente nuclear mayúsculo, el gobierno de Japón no consigue controlar la situación en la planta, donde la presencia de agua radiactiva frenó en las últimas horas los esfuerzos.

Según un informe difundido el viernes por Greenpeace en Alemania, el accidente de Fukushima ya liberó una cantidad tal de radiactividad que debería ser clasificado como nivel 7 en la Escala Internacional de Sucesos Nucleares, el mismo de Chernóbil.

La Agencia Internacional de Energía Atómica, con sede en Viena, consideró que hacen falta muchos preparativos antes de que los ingenieros puedan investigar y, eventualmente, sellar las fugas. Se presume que se está fugando radiactividad de los contenedores de los reactores 1, 2 y 3.

El número de muertos y desaparecidos por el terremoto y tsunami del pasado día 11 se elevó a 27 mil 490, informó la policía. Un total de 10 mil 418 decesos y 17 mil 500 desaparecidos.

El Primer Ministro japonés, Naoto Kan, nombró este sábado al ex ministro de Transportes Sumio Mabuchi su asesor especial para la gestión de la crisis en la planta nuclear de Fukushima. En rueda de prensa, el también vocero del Gobierno informó del nombramiento de Mabuchi, que buscará reforzar la gestión de las operaciones para controlar la central de Fukushima.



Una madre sale con su hijo a buscar provisiones debido a que el control de alimento es crítico por la radiactividad encontrada.

### ONU pide mayor seguridad

Resaltando la creciente preocupación internacional sobre la energía nuclear generada por el accidente en el noreste de Japón, el Secretario general de Naciones Unidas, Ban Ki-moon, dijo que era momento de garantizar un régimen de seguridad atómica mundial. El miedo a la contaminación radiactiva se extendió tras hallarse verduras y agua contaminados en áreas cercanas a la central y en Tokio. Las autoridades hallaron cesio radiactivo por encima de los límites permitidos en una verdura llamada komatsuna que fue cultivada en Edogawa, en Tokio.

Tomado de [http://www.noroeste.com.mx/publicaciones.php?id=673591&id\\_seccion=3&](http://www.noroeste.com.mx/publicaciones.php?id=673591&id_seccion=3&), el día domingo 27 de marzo de 2011.

## Conozca más ...

¿Qué es la lluvia radiactiva?

Se denomina lluvia radiactiva a la acumulación de partículas radiactivas transportadas por el aire que se depositan en la tierra durante y después de un bombardeo atómico, de una prueba de armas nucleares o de un accidente en una planta nuclear. El material radiactivo es transportado por diminutas gotas de agua presentes en la atmósfera. Así, puede ser inhalado directamente e ingresar a los pulmones, o llegar al mar y al suelo a través de la lluvia, por lo que puede contaminar los cultivos, la fauna marina y el agua para beber. La leche de vaca también es especialmente vulnerable, según los expertos, si el ganado pasta en zonas expuestas a la radiación.

Tras el tsunami del 11 de marzo de 2011, en Japón, que causó daños en varias plantas nucleares del país, la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos ha detectado niveles anormales de yodo radiactivo en el agua de lluvia del estado de Massachusetts (noreste), procedente de la central japonesa de Fukushima-1. De momento, las autoridades han descartado que estas trazas de radiactividad puedan causar riesgo alguno para la salud humana, ya que la presencia de este yodo en dichas muestras es muy baja.

Tomado de <http://www.muyinteresante.es/ique-es-la-lluvia-radiactiva>, el día lunes 28 de marzo de 2011.

## Actividad 2.7



Indaga en diversas fuentes, en qué consiste la fisión nuclear.

## Actividad 2.8



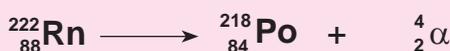
Indaga en diversas fuentes, ¿por qué, ante una emergencia nuclear, las personas que viven cerca de una central nucleoelectrónica deben ingerir tabletas de yoduro de potasio? y ¿cuál es el significado de la unidad *rad*?

## Conozca más ...

Los isótopos y sus implicaciones en la vida diaria

El radón

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, al consumir sal sin yodatar, utilizada frecuentemente para el ganado y la elaboración de quesos. El término «buchón» se utilizó de manera «peyorativa» en Sinaloa, para denotar la presencia de esta enfermedad, aunque posteriormente cambió su propia connotación para referirse a sujetos que se dedican al narcotráfico.

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 tabletas. El paciente se recupera entre 8 a 12 semanas.



La enfermedad del bocio.

## El carbono-14

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.



El carbono-14 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.

## Conozca más ...

### Los isótopos en la medicina

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.

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 están en desarrollo.

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

La **quimioterapia** es un término que suele utilizarse para indicar el uso de fármacos en el tratamiento de células cancerosas. Estos fármacos tienen la propiedad de interferir en el ciclo celular ocasionando la destrucción de células.

Los efectos secundarios tanto en la radioterapia como en la quimioterapia suelen ser: daño a células y tejidos sanos, caída del pelo, náuseas, enrojecimiento, resequedad, comezón y sensibilidad de la piel del área tratada, posibilidad de daño celular y mutaciones hereditarias en óvulos y espermatozoides.

Los isótopos se han utilizado ampliamente en medicina para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Son utilizados para obtener imágenes específicas del cuerpo humano, la elección del radioisótopo y la manera de administrarlo depende del tejido y la facilidad para ser absorbido por el tejido enfermo. Los beneficios de llevar a cabo un estudio con isótopos para diagnosticar una enfermedad supera cualquier preocupación por los posibles efectos secundarios.

En el siguiente cuadro se muestran algunos isótopos utilizados para diagnóstico médico.



Isótopo	Imágenes
$^{99}\text{Tc}$	Tiroides, cerebro, riñones
$^{201}\text{Tl}$	Corazón
$^{123}\text{I}$	Tiroides
$^{67}\text{Ga}$	Diversos tumores y abscesos
$^{18}\text{F}$	Cerebro, órganos con actividad metabólica

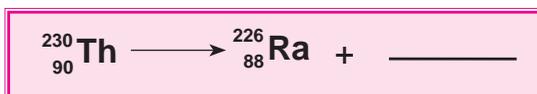
## Procesamiento de la información

## Actividad 2.9

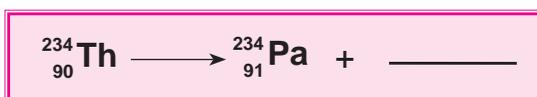


En forma colaborativa completa las siguientes ecuaciones que muestran la desintegración de algunos núclidos indicando el tipo de emisión alfa o beta.

1. En esta reacción nuclear el Thorio-230 se transforma en Radio-226, indica el tipo de emisión.



2. En esta reacción nuclear el Thorio-234 se transforma en Protactinio-234, indica el tipo de emisión.



3. Completa la siguiente reacción nuclear e indica el tipo de emisión:



4. En cierta ciudad se construyó un fraccionamiento, el cual fue habitado por diversas familias. En una de las residencias se presentó un extraño caso, a los meses de ser habitada los integrantes de la misma, enfermaron y murieron. Las investigaciones arrojaron los siguientes datos, ninguno consumió sustancias tóxicas, la casa habitación se mantenía siempre cerrada de puertas y ventanas. ¿Qué pudo haber ocasionado la muerte de estas personas? Escribe algunas hipótesis que ayuden a esclarecer este hecho.

---



---



---

5. Los siguientes núclidos son isótopos.  ${}_{6}^{14}\text{C}$      ${}_{6}^{13}\text{C}$      ${}_{6}^{12}\text{C}$

¿Qué semejanzas y diferencias encuentras entre ellos?

Semejanzas	Diferencias

6. ¿Cómo se denominan los átomos del mismo elemento que tienen diferente número de masa?

---

Aplicación de la información

**Actividad 2.10**



En forma individual o colaborativa resuelva los siguientes cuestionamientos.

1. La siguiente imagen muestra un mapa del movimiento o dispersión de las partículas radiactivas desde Japón hasta el Continente americano. Reflexiona sobre la posibilidad de que estas partículas puedan llegar a suelo mexicano y sobre qué medidas se habría de adoptar en caso de que la población se encuentre expuesta a dicha radiación.




---



---



---



---



---

2. Valora el siguiente escenario mundial: «Los combustibles fósiles se han agotado a nivel mundial y los gobiernos de los diferentes países acordaron cerrar todas las plantas nucleoelectricas» ¿Qué fuentes de energía alternativa pueden ser utilizadas sin que impacten demasiado en el deterioro del ambiente?

---



---



---



---



---

3. ¿Qué beneficios y riesgos trae consigo el uso de isótopos radiactivos en la producción de energía, en la salud y el ambiente?

---



---



---



---



---



## Autoevaluación

## Actividad 2.11

Analiza cada una de las preguntas iniciales de falso-verdadero y fundamenta tu respuesta.

Pregunta	Fundamentación
1. Los átomos de un mismo elemento tienen masas diferentes porque tienen diferente número de protones.	
2. El uranio-235 es el isótopo más ampliamente utilizado en los reactores nucleares.	
3. La radiación nuclear se utiliza en el campo de la medicina como auxiliar en el diagnóstico y tratamiento de ciertas enfermedades.	
4. El yodo-131 se utiliza en el diagnóstico y tratamiento de trastornos de la tiroides.	
5. Todos los isótopos son radiactivos.	
6. Existen isótopos estables e inestables.	
7. Todo isótopo radiactivo es inestable y emite radiación espontánea desde su núcleo.	
8. 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.	
9. En una emisión tipo beta un neutrón se convierte en un protón y un electrón.	
10. El carbono-14 se utiliza para determinar la edad de los fósiles.	
11. La radiactividad no afecta a la salud de las personas y los animales.	

## El modelo de Bohr y la distribución de electrones

- Describe el modelo atómico de Bohr.
- Elabora distribuciones electrónicas de los átomos, utilizando la notación  $2n^2$ .
- Valora la importancia del modelo de Bohr en la comprensión del modelo atómico actual.



### Problematización

#### Actividad 2.12

Explora tus conocimientos previos, dando respuesta a las siguientes aseveraciones como falsas o verdaderas.

1. En el modelo de Bohr se considera que el electrón se mueve en órbitas definidas, capas o niveles de energía.	F	V
2. La teoría cuántica considera que la energía se emite y absorbe en forma continua.	F	V
3. Más de 2000 años llevó aceptar la teoría atomística. Esto muestra la dificultad en el cambio de paradigma. Sin embargo, en el siglo XX, los cambios paradigmáticos sobre la teoría atomística fueron más acelerados.	F	V
4. Las líneas espectrales son resultado de la energía liberada o absorbida por los electrones en un estado excitado.	F	V
5. La expresión $2n^2$ permite determinar el número de electrones que puede existir en un nivel de energía atómica, en su estado basal.	F	V

## Adquisición y organización de la información

#### Actividad 2.13



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.

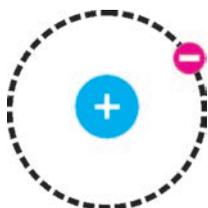


Fig. 2.13 Modelo atómico de Bohr para el átomo de hidrógeno.

#### ¿Sabías que...

en 1900, el físico alemán Max Planck, planteó que los cuerpos absorben y emiten energía en unidades pequeñas denominadas «cuantos», del latín quantum, o «pequeña cantidad», conocido también como «paquete de energía»? Para Max Planck, el valor de esta energía se determina al multiplicar la frecuencia de la radiación por la constante que lleva su apellido (Constante de Planck,  $6.63 \times 10^{-34}$  J.s).

## 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).

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



Fig. 2.16 Espectros de absorción y emisión de un mismo elemento.

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.

### 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.

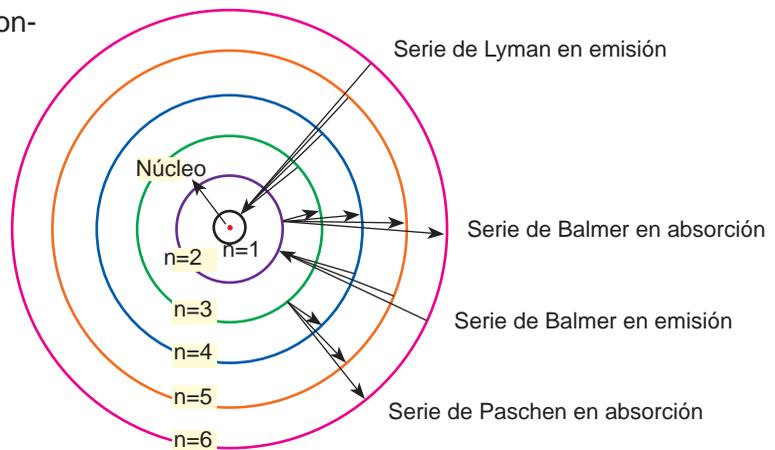


Fig. 2.14 Series espectrales del átomo de hidrógeno

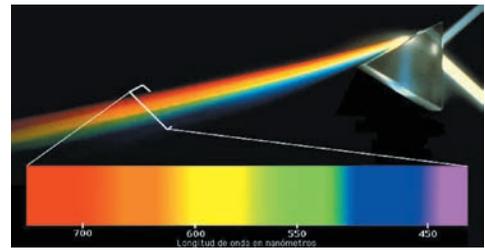


Fig. 2.15 Espectro continuo de la luz.

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.

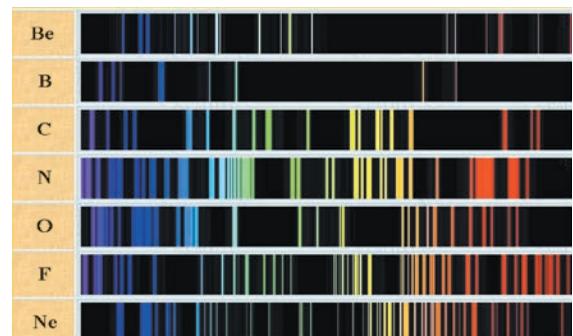
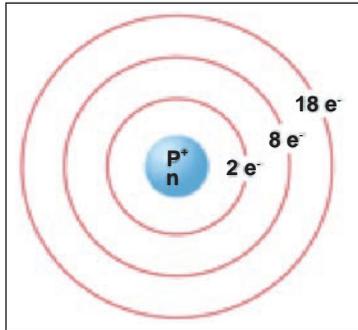


Fig. 2.17 Espectros de emisión del berilio al neón.

¿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.



**Fig. 2.19** Modelo de Bohr y la distribución electrónica.

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.

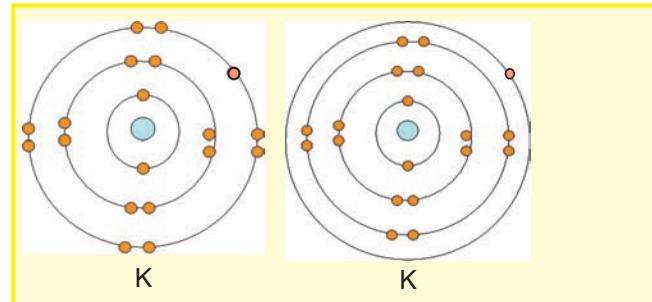
puede tener un máximo de 18 electrones.

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.

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

**Fig. 2.18** Órbitas o niveles de energía y sus respectivos radios.

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

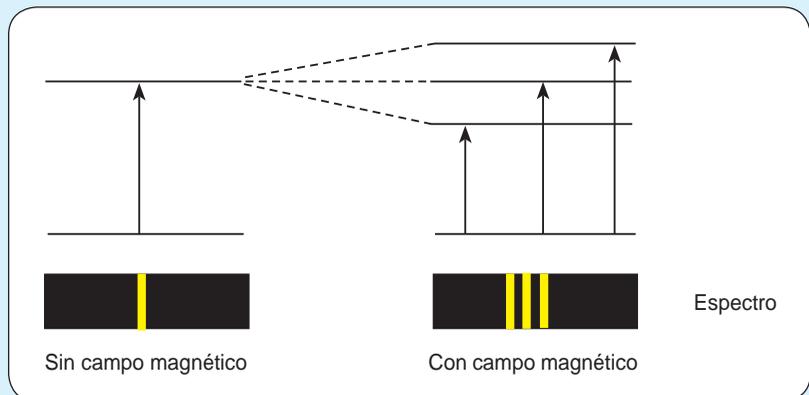


**Fig. 2.20** ¿Cuál de los dos es correcta?

¿Sabías que...

el modelo de Bohr tuvo validez sólo para aquellos átomos que tienen un solo electrón? Este modelo no pudo 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 desdoblán en líneas más finas, muy próximas entre sí. A este fenómeno se le denominó efecto Zeeman.

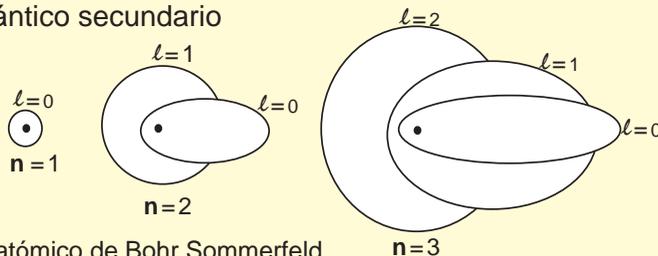


La respuesta llegó en 1916 con Arnold Sommerfeld, al proponer que los electrones además de girar en órbitas circulares, también podían girar en órbitas elípticas.

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

## Procesamiento de la información

### Actividad 2.14



Completa el siguiente cuadro, utilizando la expresión algebraica de Bohr para determinar el número de electrones posibles para cada nivel de energía.

Expresión algebraica	Nivel de energía	Número de electrones
$2n^2$	$2(1)^2$	2
	$2(2)^2$	8
	$2(3)^2$	18

### Actividad 2.15



En forma individual o colaborativa, utiliza la expresión algebraica  $2n^2$  para distribuir los electrones en los siguientes modelos de Bohr para átomos con números atómicos de  $Z=1$  a  $Z=11$ . Para reafirmar tu aprendizaje, acude al siguiente sitio: <http://www.educaplus.org/play-74-Constructor-de-%C3%A1tomos.html>

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

## Aplicación de la información

## Actividad 2.16



En forma individual o colaborativa resuelva los siguientes cuestionamientos.

- «Los átomos de los elementos en estado gaseoso al ser excitados, producen espectros discontinuos característicos que deben reflejar su estructura electrónica». Esta conclusión experimental de Niels Bohr, ¿tiene alguna relación con los colores que aparecen en los fuegos pirotécnicos?

---



---

- Si comparamos los modelos atómicos de Rutherford y Bohr, cuáles son las diferencias y las semejanzas entre ambos.

Semejanzas	Diferencias



## Autoevaluación

## Actividad 2.17

Responde de nuevo a las preguntas iniciales de falso-verdadero y fundamenta tu respuesta.

Pregunta	Fundamentación
1. En el modelo de Bohr se considera que el electrón se mueve en órbitas definidas, capas o niveles de energía.	
2. La teoría cuántica considera que la energía se emite y absorbe en forma continua.	
3. Más de 2000 años llevó aceptar la teoría atomística. Esto muestra la dificultad en el cambio de paradigma. Sin embargo, en el siglo XX, los cambios paradigmáticos sobre la teoría atomística fueron más acelerados.	
4. Las líneas espectrales son resultado de la energía liberada o absorbida por los electrones en un estado excitado.	
5. La expresión $2n^2$ permite determinar el número de electrones que puede existir en un nivel de energía atómica, en su estado basal.	

## El modelo atómico mecanocuántico

- Describe el modelo atómico mecanocuántico y las reglas para el llenado electrónico.
- Utiliza la regla de la diagonal, de Hund y de Pauli, en la elaboración de configuraciones electrónicas.
- Valora los aportes de Jaime Keller Torres en la comprensión de las reglas para el llenado electrónico.



### Problematización

#### Actividad 2.18

Explora tus conocimientos previos, dando respuesta a las siguientes aseveraciones como falsas o verdaderas.

1. El modelo mecano cuántico considera al electrón de naturaleza dual, es decir como onda y como partícula.	F	V
2. El modelo mecano cuántico utiliza el concepto de orbital.	F	V
3. Órbita y orbital significan lo mismo.	F	V
4. La teoría cuántica considera que la energía se emite y absorbe en forma continua.	F	V
5. El modelo mecano cuántico considera la imposibilidad de conocer la posición y la velocidad del electrón al mismo tiempo.	F	V
6. Werner Heisenberg es un físico alemán que enunció el principio de incertidumbre.	F	V
7. Un orbital se define como la región del espacio atómico donde existe mayor probabilidad de encontrar a un electrón.	F	V
8. A la forma como se distribuyen los electrones en los distintos niveles, subniveles y orbitales de un átomo, se denomina configuración electrónica.	F	V
9. La probabilidad de encontrar dos electrones en un mismo átomo que tengan los cuatro números cuánticos iguales es cero.	F	V
10. Las reglas para el llenado electrónico son convencionales y nos permiten explicar el comportamiento de los electrones en los átomos.	F	V
11. La regla de la diagonal fue propuesta por el mexicano Dr. Jaime Keller Torres.	F	V

## Adquisición y organización de la información

#### Actividad 2.19



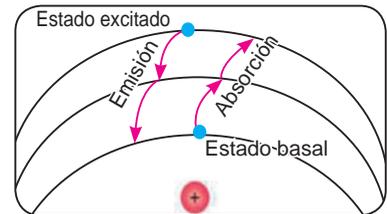
En forma individual realiza la lectura acerca del modelo mecano cuántico y elabora una síntesis de la misma.

El modelo planetario de Bohr se mantuvo durante una década sin cambios, pudo explicar el espectro de emisión del átomo de hidrógeno, pero no pudo explicar los espectros de emisión de átomos con más de un electrón. Tampoco explicó por qué el electrón debe circunscribirse a girar

sólo en órbitas circulares alrededor del núcleo, ni por qué las líneas espectrales se separaban en otras líneas más finas al aplicar un campo magnético. En el armado del rompecabezas para explicar cada una de estas interrogantes, y armar el modelo mecanocuántico, son necesarios cuatro postulados: la teoría cuántica de Max Planck, la teoría dualista de Louis De Broglie, el Principio de incertidumbre de Heisenberg y la ecuación de onda de Erwin Schrödinger.

### Primer postulado: teoría cuántica de Max Planck

*La energía no se emite o absorbe de manera continua, sino que ésta al igual que la materia es de naturaleza discontinua.* La energía de un electrón en un átomo está cuantizada y permanece inalterada. Para Max Planck, el valor de esta energía debía ser un múltiplo del «cuanto», del latín *quantum*, o pequeña cantidad, conocido también como «paquete de energía».



**Fig. 2.21** Absorción y emisión de energía por el electrón.

### Segundo postulado: teoría dualista de Louis De Broglie

*Cualquier partícula material se puede comportar como si fuera de naturaleza ondulatoria.* Si los electrones tienen comportamiento ondulatorio, entonces es imposible conocer su posición exacta debido a que la onda se extiende en el espacio. Louis De Broglie comprobó experimentalmente en 1924, que los electrones tenían un carácter dualístico: eran **partículas-onda**.



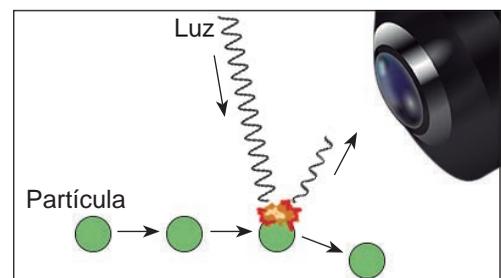
**Fig. 2.22** Anillos de difracción de los electrones.

### Tercer postulado: principio de incertidumbre de Heisenberg

Cuando un fotón de alta energía choca contra un electrón en movimiento de un átomo, la energía del electrón se altera. Este principio fue enunciado en 1926, por el físico alemán Werner Heisenberg:

*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.*

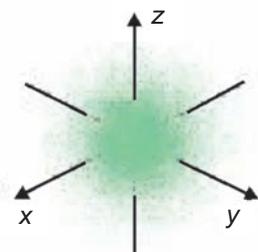
Por tanto, se debe hablar de probabilidades. Este principio condujo a establecer que un electrón no puede moverse en una órbita definida, sino en una zona donde exista la mayor probabilidad de encontrarlo. Con esto se llega al concepto de orbital.



**Fig. 2.23** Incertidumbre de la posición y el movimiento de la partícula.

### Cuarto postulado: ecuación de onda de Erwin Schrödinger

A principios de 1926, el físico austriaco Erwin Schrödinger desarrolló una ecuación que toma en cuenta la energía de las partículas subatómicas, 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.



**Fig. 2.24** Orbital.

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

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

Fig. 2.25 Ecuación de onda de Erwin Schrödinger.

## Números cuánticos

Los números cuánticos, son valores numéricos que permiten describir la distribución de los electrones en el átomo. Son cuatro los números cuánticos:  $n$ ,  $\ell$ ,  $m$  y  $s$ . Tres de ellos se derivan de la solución matemática de la ecuación de Schrödinger y son el número cuántico principal ( $n$ ), el número cuántico secundario o del momento angular ( $\ell$ ) y el número cuántico magnético ( $m$ ). El cuarto número cuántico de spin ( $s$ ) permite completar la descripción de los electrones en el átomo.

El número cuántico principal 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,  $n = 1, 2, 3, 4, \dots$

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. El número de nivel determina el número de subniveles, así el nivel 1, tiene un subnivel, el nivel 2, tiene dos subniveles y así sucesivamente. A cada subnivel se le identifica convencionalmente con una letra: s, p, d y f.

### ¿Sabías que...

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: scharp (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 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.

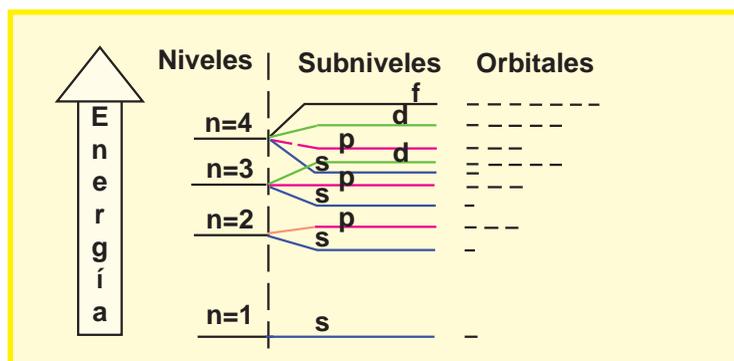


Fig. 2.26 Diagrama de niveles energéticos que muestra la distribución de orbitales para cada subnivel.

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.

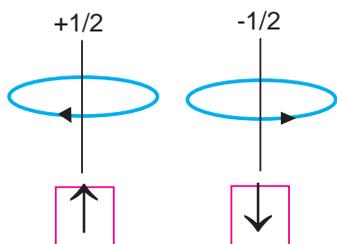


Fig. 2.27 El spin electrónico.

El número cuántico de espín, se relaciona con el giro del electrón sobre su propio eje, sus valores permitidos son:  $+1/2$  y  $-1/2$ .

En 1925, los físicos holandeses George E. Uhlenbeck y Samuel Goudsmit, postularon que los electrones tienen una propiedad intrínseca, denominada espín electrónico, mediante el cual se considera al electrón como una esfera diminuta, que gira sobre su propio eje.

Debido a que una carga en rotación produce un campo magnético, el espín o giro electrónico genera un campo magnético, cuya dirección depende del sentido de la rotación.

El espín del electrón se representa por medio de flechas o vectores que indican el sentido positivo ( $\uparrow$ ) o negativo ( $\downarrow$ ) del giro del electrón.

Tabla 2.1 Los valores de los números cuánticos  $n$ ,  $l$ ,  $m$  y su relación con los subniveles y orbitales atómicos.

Valor de $n$	Valor de $l$	Valor de $m$	Tipo de subnivel	No. de orbitales	No. de electrones
$n=1$	$l=0$	$m=0$	1s	1	2
$n=2$	$l=0$	$m=0$	2s	1	2
	$l=1$	$m=-1, 0, +1$	$2p_x, 2p_y, 2p_z$	3	6
$n=3$	$l=0$	$m=0$	3s	1	2
	$l=1$	$m=-1, 0, +1$	$3p_x, 3p_y, 3p_z$	3	6
	$l=2$	$m=-2, -1, 0, +1, +2$	$3d_1, 3d_2, 3d_3, 3d_4, 3d_5$	5	10
$n=4$	$l=0$	$m=0$	4s	1	2
	$l=1$	$m=-1, 0, +1$	$4p_x, 4p_y, 4p_z$	3	6
	$l=2$	$m=-2, -1, 0, +1, +2$	$4d_1, 4d_2, 4d_3, 4d_4, 4d_5$	5	10
	$l=3$	$m=-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$	$4f_1, 4f_2, 4f_3, 4f_4, 4f_5, 4f_6, 4f_7$	7	14

### Orbitales y subniveles de energía

Un orbital atómico se define como la región del espacio en torno al núcleo atómico en la que la probabilidad de encontrar al electrón es muy elevada. Pero, ¿qué forma tienen los orbitales? Chang (2015) señala que en sentido estricto, un orbital carece de una forma definida, porque la función de onda que lo distingue se extiende desde el núcleo hasta el infinito. Por eso, es difícil decir qué forma tendría un orbital. Pero por otra parte, es conveniente imaginar a los orbitales con una forma específica que abarque alrededor del 90% de su densidad electrónica. Así los orbitales s, tendrán una representación esférica; los orbitales p, una representación con dos lóbulos situados en lados opuestos del núcleo.

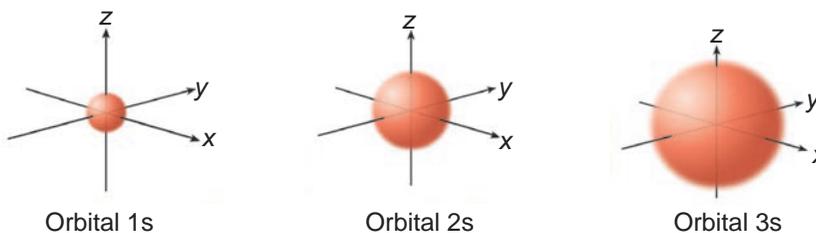


Fig. 2.28 Orbitales atómicos tipo s.

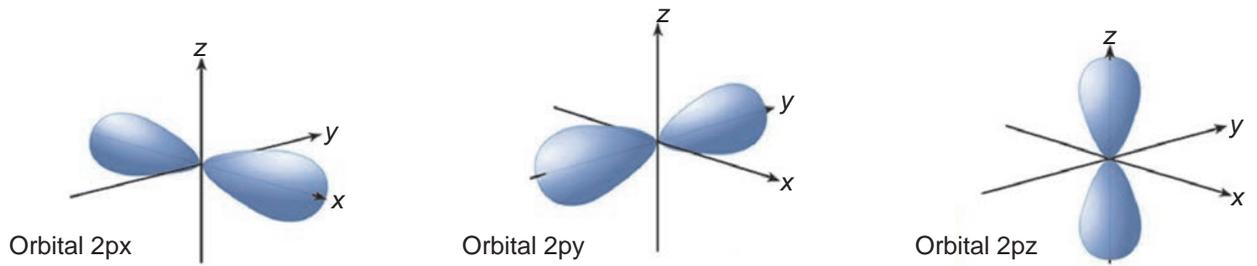


Fig. 2.29 Orbitales atómicos p.

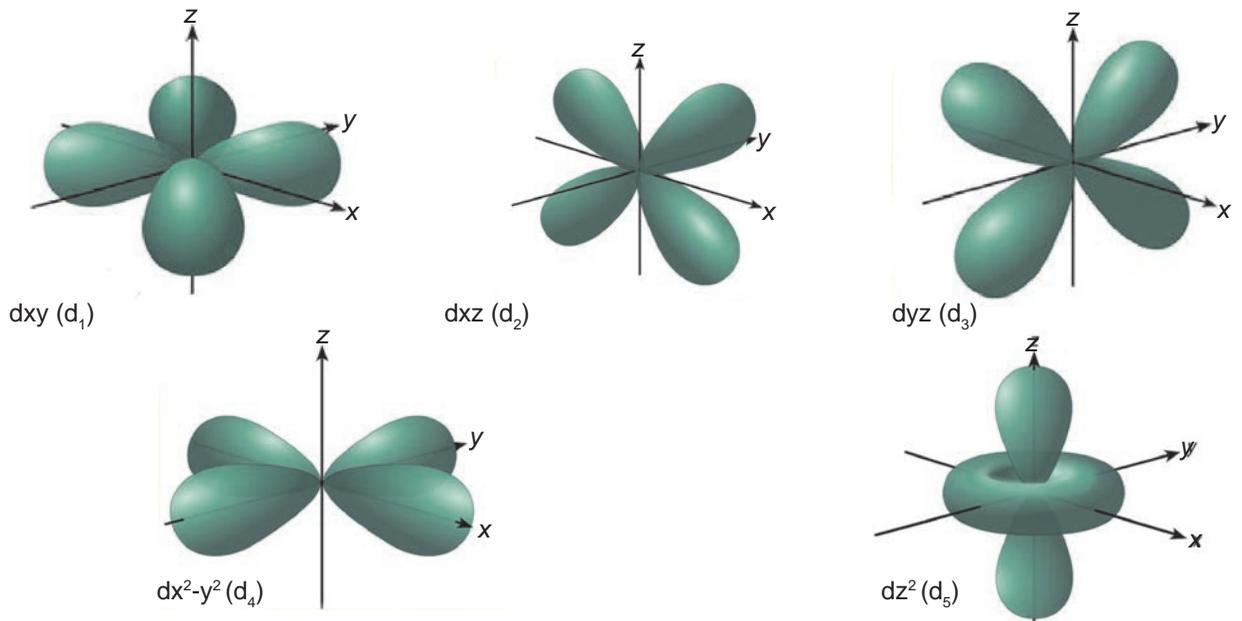


Fig. 2.30 Orbitales atómicos d.

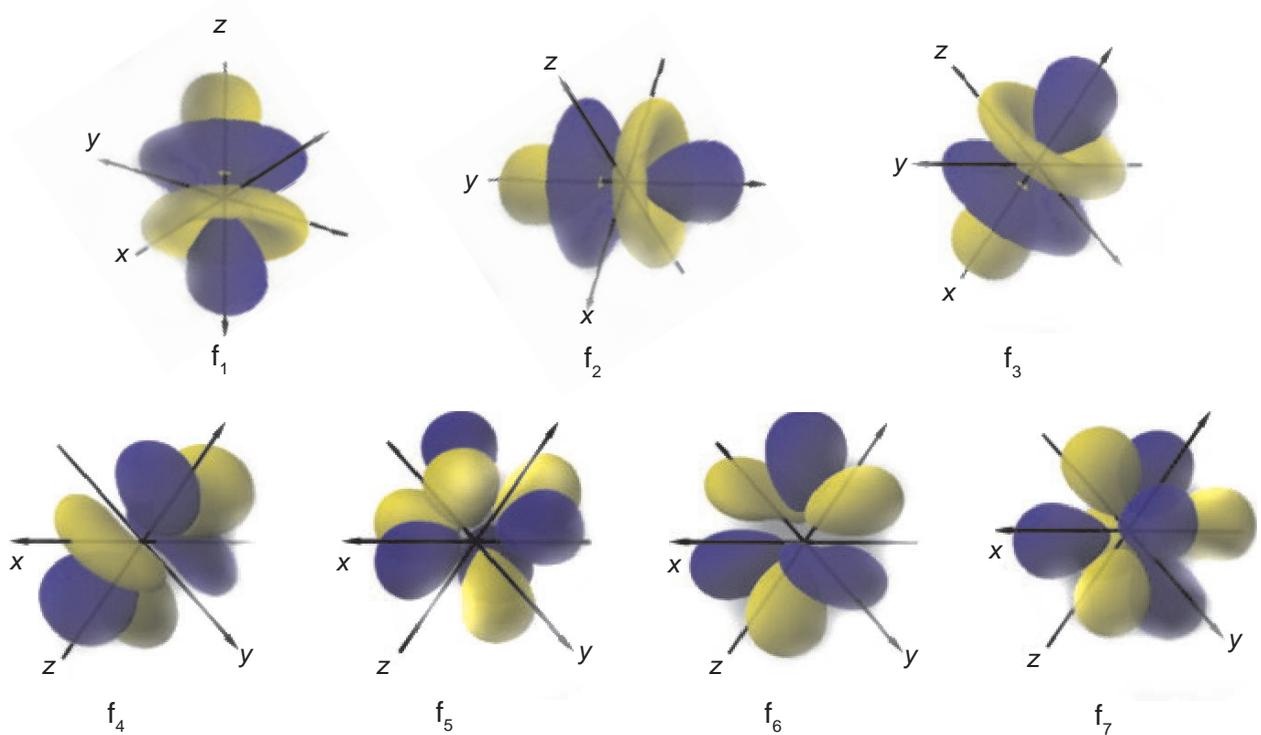


Fig. 2.31 Orbitales atómicos f.

### ¿Sabías que...

la estructura actual de nuestro universo depende del valor de varias constantes universales, y que los números cuánticos, son una de ellas, que nos permiten explicar las propiedades y ubicación de los elementos químicos en la tabla periódica?

## Reglas para el llenado electrónico

Los electrones como cualquier otro sistema en la naturaleza, tienden a la máxima estabilidad, y esto se consigue cuando tienen la menor energía posible. El orden de llenado de los subniveles de energía, viene dado por algunas reglas y principios, que tienen en cuenta esta condición, la distribución electrónica en su estado basal. Un electrón en estado excitado, no cumplirá con estas condiciones. A continuación revisaremos cada una de estas reglas:

### 1. Principio de exclusión de Pauli

Hasta ahora conocemos que un electrón en un orbital está definido por sus cuatro números cuánticos. En 1925, el físico austriaco Wolfgang Pauli formuló su *principio de exclusión* que expresa:

*En ningún átomo puede existir un estado tal, que dos de sus electrones tengan los cuatro números cuánticos iguales; al menos un número cuántico debe ser diferente.*

Lo cual conduce a establecer que ningún orbital atómico puede contener más de dos electrones. Los dos electrones sólo pueden ocupar el mismo orbital si poseen espines opuestos.

Por ejemplo, el hidrógeno posee un sólo electrón y éste se encuentra en el orbital 1s. El conjunto de números cuánticos que describen a este electrón debe ser:

${}_1\text{H}, 1s^1:$



$n = 1, \ell = 0, m = 0, s = +1/2$

En el átomo de helio, que tiene dos electrones, cada uno debe tener un conjunto distinto de números cuánticos:

${}_2\text{He}, 1s^2:$



$n = 1, \ell = 0, m = 0, s = -1/2$

$n = 1, \ell = 0, m = 0, s = +1/2$

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

Esta regla establece que en un átomo polieletrónico, 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  $(n+\ell)$ . Cuando dos subniveles tengan el mismo valor de  $(n+\ell)$  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  $(n+\ell)$ . 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 ...

### 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.”

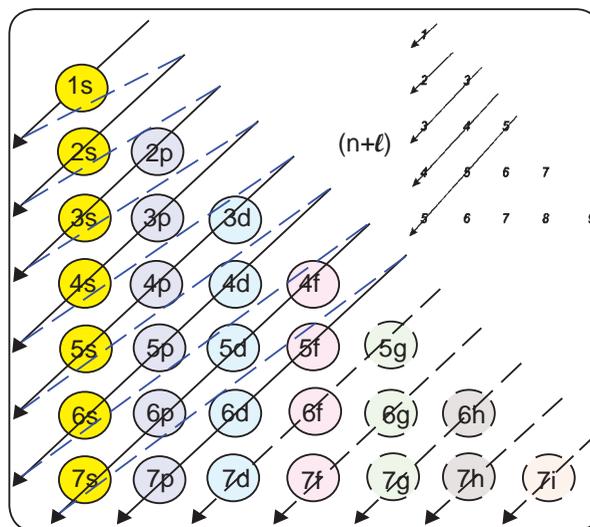


Fig. 2.32 Regla de la diagonal y valores de  $n + l$  para cada subnivel.

### 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., Quinolininas 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.



## 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, las cuales se detallan a continuación.

### Notación exponencial o 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».

### Notación gráfica, vectorial o 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	
${}_1\text{H}$	$\uparrow$
${}_2\text{He}$	$\uparrow\downarrow$

#### ¿Sabías que...

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 éste marca la diferencia en el comportamiento químico entre un átomo de un elemento y otro diferente. Sin embargo, lo que hace diferente a un átomo de otro es su número de protones. ¿Cabría entonces hablar del protón diferencial?

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  $2p_y$ .

	1s	2s	$2p_x$	$2p_y$	$2p_z$
${}_6\text{C}$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	

#### ¿Sabías que...

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**.

### Notación tipo kernel

Este tipo de notación nos permite escribir en forma abreviada o simplificar 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,  ${}_{17}\text{Cl}$  es:  ${}_{10}\text{Ne}] 3s^2 3p^5$

Otros ejemplos:  ${}_{11}\text{Na}$ ;  ${}_{10}\text{Ne}] 3s^1$   
 ${}_{26}\text{Fe}$ ;  ${}_{18}\text{Ar}] 4s^2 3d^6$   
 ${}_{35}\text{Br}$ ;  ${}_{18}\text{Ar}] 4s^2 3d^{10} 3p^5$

${}_{2}\text{He}]$

${}_{10}\text{Ne}]$

${}_{18}\text{Ar}]$

${}_{36}\text{Kr}]$

${}_{54}\text{Xe}]$

${}_{86}\text{Rn}]$

### Actividad 2.20



Indaga en diversas fuentes por qué las configuraciones electrónicas del Cr y del Cu en su estado basal, no corresponden a las que se esperaría.

---



---



---

### Procesamiento de la información

### Actividad 2.21



En forma colaborativa da respuesta a los siguientes cuestionamientos.

1. ¿Qué diferencias y semejanzas encuentras entre una órbita y un orbital?

Semejanzas	Diferencias

2. Si los electrones en un orbital sólo pueden girar en dos direcciones opuestas, ¿cuántos electrones pueden estar contenidos en un orbital?

---

3. ¿Qué forma tienen los orbitales s?

---

4. ¿Qué número cuántico define a un nivel de energía o tamaño de un orbital?

---

5. ¿Qué número cuántico determina la orientación de un orbital en el espacio?

---

6. ¿Qué número cuántico define la forma de los orbitales?

---

7. ¿Qué físico francés postuló la naturaleza dual del electrón?

---

8. ¿Qué diferencias y semejanzas encuentras entre un orbital 2s y 3s?

Semejanzas	Diferencias

9. ¿Qué diferencias y semejanzas encuentras entre un orbital  $3p_y$  y un orbital  $3p_z$ ?

Semejanzas	Diferencias

10. Cuando se dice que el electrón tiene un comportamiento dualístico, ¿a qué nos referimos?

---

11. Explica el significado de la notación  $4p^2$ .

---

12. Si escribimos la configuración del ( $_5\text{B}$ ) en forma exponencial quedaría:  $1s^2 2s^2 2p^1$  ¿Qué posibilidad existe de que el electrón del subnivel 2p, se ubique en el orbital  $2p_z$  en vez de ubicarse en el orbital  $2p_x$ ? ¿Es correcto eso?

---

13. Si el electrón diferencial del nitrógeno ( $Z=7$ ) se acomoda en  $2p_z$ , ¿en qué orbital se ubicará el electrón diferencial del oxígeno ( $Z=8$ )?

---

14. El último electrón del flúor ( $_9\text{F}$ ), ¿en qué orbital se sitúa? \_\_\_\_\_

¿Tienen los átomos de este elemento todos sus orbitales del segundo nivel saturados?

---

15. En el sodio  $_{11}\text{Na}$ , ¿será posible ubicar su electrón diferencial en el segundo nivel de energía? Si no es posible, explica por qué.

---



---

16. Exceptuando al helio, ¿cuántos electrones tienen en su último nivel de energía los átomos de los gases nobles?

---

17. ¿Qué significado tiene para la escritura de la configuración electrónica la regla de la diagonal?

---



---

## Aplicación de la información

## Actividad 2.22



En forma individual o colaborativa resuelva los siguientes cuestionamientos.

1. ¿Por qué los orbitales  $4s$ ,  $4p$ ,  $4d$  y  $4f$  tienen la misma energía en el átomo de hidrógeno, pero distintas energías en un átomo polielectrónico?

---



---

2. ¿Cuáles de los siguientes orbitales no existe?  $1s$ ,  $1p$ ,  $2p$ ,  $2d$ ,  $3p$ ,  $3d$ ,  $3f$ ,  $4d$ ,  $4f$ ,  $4g$ ,  $5s$ .

---

3. Una pelota lanzada por un pitcher posee propiedades ondulatorias, pero, ¿por qué no es posible percibir este movimiento?

---

4. Al colocar el calibrador o manómetro de varilla en el pivote de una llanta, se escucha la salida de aire, ¿consideras que se puede medir con precisión y exactitud la presión interna de la llanta?

---

5. Si se logra medir con exactitud la posición de un electrón, ¿qué pasará con la velocidad del mismo?

---

6. Los ejemplos anteriores tienen relación con el principio de incertidumbre de Heisenberg, ¿qué expresa dicho principio?

---

7. Determine el número de electrones que pueden permanecer en los siguientes subniveles:

Subnivel	No. de $e^-$						
$2p$		$3s$		$3d$		$4f$	

8. ¿Qué números cuánticos describen al subnivel  $5s$ ?

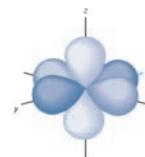
$n$	$l$	$m$	$s$

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



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

---



11. Se denomina así, a la mínima cantidad de energía que puede ser ganada o perdida por un electrón.

\_\_\_\_\_

12. Físico alemán que en su teoría plantea que los electrones pueden absorber y emitir energía en forma discontinua, en pequeñas cantidades a las que denominó cuantos.

\_\_\_\_\_

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

\_\_\_\_\_

14. Cuando  $n = 4$  y  $\ell = 1$ , ¿de qué subnivel se trata?

\_\_\_\_\_

15. En la configuración electrónica de un átomo de molibdeno, ( $_{42}\text{Mo}$ ), ¿qué subnivel es el más externo y cuántos electrones posee en ese subnivel?

\_\_\_\_\_

16. ¿A quién corresponde la configuración electrónica  $1s^2 2s^2 2p^1$ ?

\_\_\_\_\_

17. ¿Qué elemento tiene una configuración electrónica  $[_{18}\text{Ar}] 4s^2 3d^3$ ?

\_\_\_\_\_

18. ¿Cuál es la configuración electrónica del radón?

\_\_\_\_\_

19. Construya la configuración electrónica del fósforo utilizando los tres tipos de notación: exponencial, vectorial y tipo kernel

Notación exponencial: \_\_\_\_\_

Notación vectorial: \_\_\_\_\_

Notación tipo kernel: \_\_\_\_\_

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

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

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

21. Desarrolla la configuración electrónica tipo exponencial para los siguientes elementos:

$_{13}\text{Al}$  \_\_\_\_\_

$_{23}\text{V}$  \_\_\_\_\_

21. Relaciona cada regla para el llenado electrónico con la configuración electrónica que no cumple con ella.

I. Principio de Exclusión de Pauli	a) $1s^2 2s^2 2p_x^0 2p_y^0 2p_z^1$	A) Ia, IIb, IIIc
II. Principio de construcción	b) $1s^2 3s^1$	B) Ib, IIa, IIIc
III. Regla de Hund	c) $1s^2 2s^3$	C) Ic, IIb, IIIa



## Autoevaluación

## Actividad 2.23

Analiza cada una de las preguntas iniciales de falso-verdadero y fundamenta tu respuesta.

Pregunta	Fundamentación
1. El modelo mecano cuántico considera al electrón de naturaleza dual, es decir como onda y como partícula.	
2. El modelo mecano cuántico utiliza el concepto de orbital.	
3. Órbita y orbital significan lo mismo.	
4. La teoría cuántica considera que la energía se emite y absorbe en forma continua.	
5. El modelo mecano cuántico considera la imposibilidad de conocer la posición y la velocidad del electrón al mismo tiempo.	
6. Werner Heisenberg es un físico alemán que enunció el principio de incertidumbre.	
7. Un orbital se define como la región del espacio atómico donde existe mayor probabilidad de encontrar a un electrón.	
8. A la forma como se distribuyen los electrones en los distintos niveles, subniveles y orbitales de un átomo, se denomina configuración electrónica.	
9. La probabilidad de encontrar dos electrones en un mismo átomo que tengan los cuatro números cuánticos iguales es cero.	
10. Las reglas para el llenado electrónico son convencionales y nos permiten explicar el comportamiento de los electrones en los átomos.	
11. La regla de la diagonal fue propuesta por el mexicano Dr. Jaime Keller Torres.	



Autoevaluación

Actividad 2.24

Reflexiona las siguientes preguntas.

- ¿Quiénes deben seguir las reglas para el llenado electrónico, nosotros o los electrones?

---



---

- En los orbitales degenerados como  $p_x, p_y, p_z, d_1, d_2, d_3, d_4, d_5$ , es posible que los electrones no se ajusten a las reglas establecidas de manera convencional. Por ejemplo, en los orbitales del subnivel  $2p$ , imaginemos que sólo se encuentra un electrón, ¿donde debe ubicarse, en  $2p_x$ , en  $2p_y$  o en  $2p_z$ ?

	$2p_x$	$2p_y$	$2p_z$
<hr/>	↑		
<hr/>		↑	
<hr/>			↑

- A continuación se muestran algunos diagramas de orbitales que representan configuraciones electrónicas de ciertos elementos en su estado basal.

$p_x$	$p_y$	$p_z$
↑	↑	↑↑

a)

$p_x$	$p_y$	$p_z$
↑	↓↓	↑

b)

$p_x$	$p_y$	$p_z$
↑	↑↓	↑↑

c)

$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$d_5$
↑↓		↑	↑	↑

d)

$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$d_5$
↑	↑	↑	↑	↑↓

e)

$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$d_5$
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↓↓

f)

¿Cuál de estos diagramas viola el principio de exclusión de Pauli? \_\_\_\_\_

¿Cuál de ellos viola la regla de Hund? \_\_\_\_\_

- ¿Cómo valoras los aportes del científico mexicano Jaime Keller Torres en la comprensión de las reglas para el llenado electrónico?

---



---



---



---



---



---



---



---

## Configuración electrónica y periodicidad

- Describe los elementos metálicos, no metálicos y gases nobles, por sus propiedades macroscópicas y submicroscópicas.
- Relaciona las propiedades macroscópicas y submicroscópicas de un elemento, con base en la configuración electrónica, número atómico, y ubicación en la tabla periódica.
- Valora la función que desarrollan los bioelementos esenciales en los seres vivos y la importancia de la tabla periódica como instrumento para determinar la actividad química de un elemento.



### Problematización

#### Actividad 2.25

En la tabla periódica moderna, ¿qué característica permite ubicar y ordenar a los elementos?

Explora tus conocimientos previos, dando respuesta a las siguientes aseveraciones como falsas o verdaderas.

1. La tabla periódica se encuentra constituida por filas (periodos) y columnas (grupos).	F	V
2. A los elementos del subgrupo A, se les denomina representativos.	F	V
3. Los elementos de transición se ubican en el subgrupo B.	F	V
4. La tabla periódica actual se puede dividir en 5 bloques; <i>s</i> , <i>p</i> , <i>d</i> , <i>f</i> y <i>g</i> .	F	V
5. El bloque <i>s</i> está constituido por los grupos I y II A.	F	V
6. Los electrones de valencia se encuentran siempre en el penúltimo nivel de energía.	F	V
7. Si la configuración electrónica de un elemento termina en <i>s</i> o en <i>p</i> , pertenece al subgrupo B.	F	V
8. El oxígeno y el nitrógeno son dos gases nobles de gran importancia.	F	V
9. Los metales se ubican a la derecha y al centro de la tabla periódica.	F	V
10. Las mejores fuentes de hierro son las vísceras, el hígado, los quelites, acelgas y espinacas.	F	V
11. El mercurio es el único elemento líquido.	F	V
12. El magnesio es el constituyente esencial de la clorofila en las plantas verdes.	F	V
13. La deficiencia de yodo es la causa del bocio en los humanos.	F	V
14. Los no metales son maleables, dúctiles y buenos conductores del calor y la electricidad.	F	V
15. Los metaloides se ubican arriba y abajo de la línea diagonal que divide a los metales de los no metales.	F	V

## Adquisición y organización de la información

## Actividad 2.26



En forma individual realiza la lectura acerca de la tabla periódica y elabora una síntesis.

¿Te imaginas poder ubicar a los elementos en la tabla periódica a partir de su configuración electrónica y 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 que...

la tabla periódica, se denomina tabla, porque posee filas y columnas, y periódica porque alude a la repetición que se presenta en las propiedades químicas de los elementos?

## Actividad 2.27



Indaga en diversas fuentes los aportes de los siguientes científicos en la construcción y desarrollo de la tabla periódica.

Dimitri Ivanovich Mendeleiev: \_\_\_\_\_

---

---

---

Lothar Meyer: \_\_\_\_\_

---

---

---

J.A.Newlands: \_\_\_\_\_

---

---

---

J.W. Dobereiner: \_\_\_\_\_

---

---

---

## ¿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. Hasta antes de 1913, su ordenación fue con base en su masa atómica.

Los elementos están ordenados en columnas y filas. Las columnas se conocen como grupos y las filas o hileras horizontales como periodos.

### Periodos

Un período es un *conjunto de elementos con propiedades diferentes, cuyos electrones externos se encuentran en un mismo nivel de energía*. El nivel de energía más externo que contiene electrones, indica el número del período. Los periodos se indican con números arábigos del 1 al 7.

### Grupos

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; la IUPAC recomienda utilizar la numeración arábica del 1 al 18, en vez de las letras A y B. La tabla periódica larga consta de 18 columnas denominadas grupos o familias.

### Subgrupos

Existen dos tipos de subgrupos A y B. 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.

A los elementos del subgrupo B se les denomina elementos de transición y de transición interna. Los elementos de transición forman ocho grupos: desde el IIIB (3) hasta el 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.

### Bloques

La tabla periódica se divide en 4 bloques: s, p, d y f.

El bloque s está constituido por dos grupos representativos: IA (1) y IIA (2). Estos elementos se encuentran llenando su configuración electrónica externa, en un subnivel s.

El bloque p está constituido por seis grupos de elementos representativos: del IIIA (13) al VIIIA (18). Estos elementos se encuentran llenando su configuración electrónica externa, en un subnivel p.

El bloque d está constituido por los elementos de transición: desde el IIIB (3) hasta el IIB (12). Estos elementos se encuentran llenando su configuración electrónica interna, en el subnivel d.

El bloque f está constituido por los elementos de transición interna, se encuentran llenando su configuración electrónica interna, en el subnivel f.

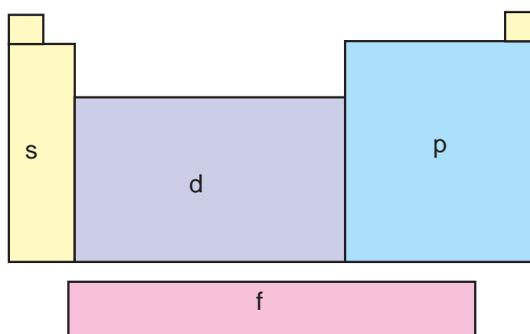


Fig. 2.33 Bloques s, p, d y f.

I IA												18 VIIIA						
Elementos Representativos																		
1	2											13	14	15	16	17	2	
H 1.008	He 4.003											B 10.81	C 12.01	N 14.01	O 16.00	F 19.00	Ne 20.18	
Elementos de Transición																		
3	4	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Li 6.941	Be 9.012	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII B			I B	II B	Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.07	Cl 35.45	Ar 39.95	
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
K 39.10	Ca 40.08	Sc 44.96	Ti 47.88	V 50.94	Cr 52.00	Mn 54.94	Fe 55.85	Co 58.93	Ni 58.69	Cu 63.55	Zn 65.39	Ga 69.72	Ge 72.59	As 74.92	Se 78.96	Br 79.90	Kr 83.80	
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Rb 85.47	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.94	Tc (98)	Ru 101.1	Rh 102.9	Pd 106.4	Ag 107.9	Cd 112.4	In 114.8	Sn 118.7	Sb 121.8	Te 127.6	I 126.9	Xe 131.3	
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	
Cs 132.9	Ba 137.3	La 138.9	Hf 178.5	Ta 180.9	W 183.9	Re 186.2	Os 190.2	Ir 192.2	Pt 195.1	Au 197.0	Hg 200.6	Tl 204.4	Pb 207.2	Bi 209.0	Po (210)	At (210)	Rn (222)	
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	
Fr (223)	Ra (226)	Ac (227)	Rf (257)	Db (260)	Sg (263)	Bh (262)	Hs (265)	Mt (266)	Ds (271)	Rg (272)	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo	
Elementos de Transición Interna																		
<table border="1"> <tr> <td style="background-color: yellow;">Metales</td> </tr> <tr> <td style="background-color: pink;">Metaloides</td> </tr> <tr> <td style="background-color: lightblue;">No Metales</td> </tr> </table>		Metales	Metaloides	No Metales	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Metales																		
Metaloides																		
No Metales																		
	Ce 140.1	Pr 140.9	Nd 144.2	Pm (147)	Sm 150.4	Eu 152.0	Gd 157.3	Tb 158.9	Dy 162.5	Ho 164.9	Er 167.3	Tm 168.9	Yb 173.0	Lu 175.0				
	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103				
	Th 232.0	Pa (231)	U 238.0	Np (237)	Pu (242)	Am (243)	Cm (247)	Bk (247)	Cf (249)	Es (254)	Fm (253)	Md (256)	No (254)	Lr (257)				

Las masas entre paréntesis son valores aproximados de elementos radiactivos.

Fig. 2.34 Tabla periódica moderna.

¿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.

Tabla 2.2 Configuración electrónica externa de los elementos representativos.

Grupo	Número de electrones en el último nivel	Configuración electrónica externa
I A	1	s <sup>1</sup>
II A	2	s <sup>2</sup>
III A	3	s <sup>2</sup> p <sup>1</sup>
IV A	4	s <sup>2</sup> p <sup>2</sup>
V A	5	s <sup>2</sup> p <sup>3</sup>
VI A	6	s <sup>2</sup> p <sup>4</sup>
VII A	7	s <sup>2</sup> p <sup>5</sup>
VIII A	8	s <sup>2</sup> p <sup>6</sup>

Cómo determinar el grupo, subgrupo, periodo y bloque de un elemento.

Los siguientes ejemplos, muestran cómo determinar el grupo, subgrupo, periodo y bloque al que pertenecen los elementos representativos.

Ejemplo 1:



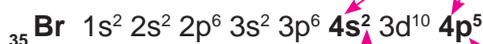
El nivel de energía más externo es el 3, por tanto, este elemento pertenece al período 3.

El número de electrones externos es 1, por tanto, pertenece al grupo IA (1)

La configuración electrónica termina en un subnivel s, por tanto, pertenece al subgrupo A y al bloque s.

La información que nos proporciona la configuración electrónica, es que el sodio es un elemento representativo y se encuentra en el grupo I (1), en el subgrupo A, en el período 3 y en el bloque s.

Ejemplo 2:



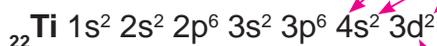
El nivel más externo es el 4, por tanto, este elemento pertenece al período 4.

El número de electrones externos es 7, por tanto, pertenece al grupo VIIA (17).

La configuración electrónica termina en un subnivel p, por tanto, pertenece al subgrupo A y al bloque p.

La información que nos proporciona la configuración electrónica, es que el bromo es un elemento representativo y se encuentra en el grupo VII (17), en el subgrupo A, en el período 4 y en el bloque p. Los siguientes ejemplos, muestran la forma de determinar el grupo, subgrupo, periodo y bloque al que pertenecen los elementos de transición a partir de sus números atómicos.

Ejemplo 1:



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

El número de electrones externos son 2, los cuales se suman con los del subnivel d, para dar un total de 4, éste número determina el grupo.

La configuración electrónica termina en un subnivel d, por tanto, pertenece al subgrupo B y al bloque d.

La información que nos proporciona la configuración electrónica, es que el elemento titanio, se encuentra en el grupo IV (4), en el subgrupo B, en el período 4 y en el bloque d.

Ejemplo 2:



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

El número de electrones externos son 2, los cuales se suman con los del subnivel d, para dar un total de 11, éste número determina el grupo.

La configuración electrónica termina en un subnivel d, por tanto, pertenece al subgrupo B y al bloque d.

La configuración electrónica esperada para el átomo de cobre, es  $[\text{Ar}] 4s^2 3d^9$ . Sin embargo, en la configuración más estable del cobre, hay dos electrones para cada uno de los cinco orbitales del subnivel 3d, quedando un sólo electrón en el subnivel 4s:  $[\text{Ar}] 4s^1 3d^{10}$ .

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  $[\text{Ar}] 4s^1 3d^{10}$ , 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  $[\text{Ar}] 4s^1 3d^{10}$ , 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,  $[\text{Ar}] 4s^1 3d^{10}$ , 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.

### Características de metales, no metales, metaloides

De los 118 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 el siglo XVIII Antonio Lorenzo Lavoisier propuso una clasificación para los elementos químicos, en metales y no metales. Según su capacidad para conducir la corriente eléctrica o el tipo de óxido que forman. Hoy esta clasificación considera las propiedades químicas para clasificarlos como: metales, no metales, metaloides y gases nobles.

### Metales

Los metales se localizan a la izquierda, y al centro de la tabla periódica. 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).

### Propiedades físicas

- 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.
- Altos puntos de fusión
- Bajas energías de ionización.



**Fig. 2.35** Objetos elaborados con diferentes metales.

### Propiedades químicas

- Reaccionan con los no metales para formar óxidos básicos, hidróxidos y sales, entre otros.
- Tienen gran tendencia a perder electrones y formar cationes (iones de carga positiva).

- Con excepción del estaño, plomo y bismuto, los metales tienen uno, dos, y hasta tres electrones de valencia, que pueden ser fácilmente cedidos.
- Son reductores.
- El carácter metálico aumenta de arriba hacia abajo en la tabla periódica y de derecha a izquierda.

### No metales

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.

### Propiedades físicas

- 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, que es un líquido).
- Son malos conductores del calor y la electricidad
- No son maleables, ni dúctiles.
- Puntos de fusión bajos
- Altas energías de ionización

### Propiedades químicas

- Reaccionan con los metales y consigo mismo, para formar compuestos como: óxidos ácidos, oxiácidos, hidrácidos, hidruros, sales, entre muchos otros.
- Tienen gran tendencia a ganar uno, dos y hasta tres electrones para formar aniones (iones de carga negativa).
- Son electronegativos
- Son oxidantes.
- El carácter no metálico aumenta hacia arriba y hacia la derecha.

### 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.

### Propiedades

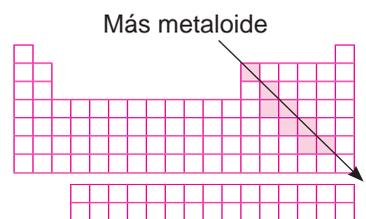
En general son elementos sólidos y con cierto brillo metálico. Son semiconductores. Un semiconductor es un elemento que no conduce la electricidad tan bien como un metal, pero lo hace mejor que un no metal. La propiedad semiconductor del silicio hizo posible la revolución de las computadoras.



**Fig. 2.36** El carácter metálico y sus tendencias en la tabla periódica.



**Fig. 2.37** El carácter no metálico y sus tendencias en la tabla periódica.



**Fig. 2.38** El carácter anfótero o semimetálico de los elementos y sus tendencias en la tabla periódica.

## Elementos representativos, de transición y transición interna

Otra forma de clasificar a los elementos de la tabla periódica es, en representativos, de transición y transición interna.

### Características de los elementos representativos.

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.

### Los elementos del grupo IA (1): 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:

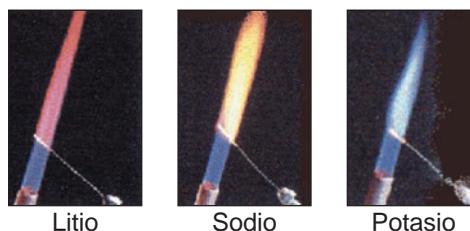
#### Propiedades físicas

1 <b>H</b>	- Son los metales más ligeros.
3 <b>Li</b>	- Son blandos y lustrosos.
11 <b>Na</b>	- Son sumamente maleables, se les puede cortar con cuchillo.
19 <b>K</b>	- Son de color blanco plateado, excepto el cesio que tiene un tono dorado.
37 <b>Rb</b>	- Sus sales son iónicas y muy solubles en agua.
56 <b>Cs</b>	- Se les obtiene industrialmente por electrólisis de sus sales fundidas.
87 <b>Fr</b>	- 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 <b>H<sup>+</sup></b>	<b>1s<sup>1</sup></b>	Cada uno de ellos tiene una configuración electrónica externa, en su estado basal: $ns^1$ .
3 <b>Li<sup>+</sup></b>	<b>(He) 2s<sup>1</sup></b>	En general la química de los metales alcalinos está dominada por los compuestos que contienen iones positivos $M^+$ , ( $Li^+$ , $Na^+$ , $K^+$ , ...) Su número de oxidación es +1.
11 <b>Na<sup>+</sup></b>	<b>(Ne) 3s<sup>1</sup></b>	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.
19 <b>K<sup>+</sup></b>	<b>(Ar) 4s<sup>1</sup></b>	
37 <b>Rb<sup>+</sup></b>	<b>(Kr) 5s<sup>1</sup></b>	
56 <b>Cs<sup>+</sup></b>	<b>(Xe) 6s<sup>1</sup></b>	
87 <b>Fr<sup>+</sup></b>	<b>(Rn) 7s<sup>1</sup></b>	

Al reaccionar con el oxígeno forman óxidos básicos ( $M_2O$ ), al reaccionar con el agua forman hidróxidos ( $MOH$ ), con los halógenos forman haluros ( $MX$ ) y con los oxiaácidos, oxisales ( $M_2SO_4$ ).



**Fig. 2.39** Los espectros a la flama de los elementos del grupo IA.

## Los elementos del grupo IIA (2): Metales alcalinotérreos

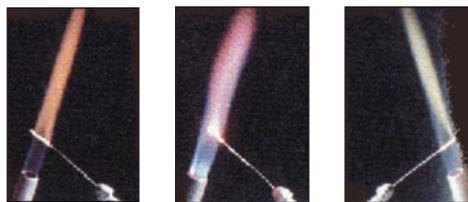
A los elementos de este grupo se les conoce como la familia de los metales alcalinotérreos (berilio, magnesio, calcio, estroncio, bario y radio).

Los metales alcalinotérreos son un poco uniformes en cuanto a sus propiedades:

### Propiedades físicas

4	<b>Be</b>
12	<b>Mg</b>
20	<b>Ca</b>
38	<b>Sr</b>
57	<b>Ba</b>
88	<b>Ra</b>

- El berilio y el magnesio son metales grisáceos, mientras que los demás son de color plateado.
- 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.
- Sus puntos de fusión son más altos que los de los metales alcalinos.



Calcio Estroncio Bario

**Fig. 2.40** Los espectros a la flama de los elementos del grupo IIA.

### Propiedades químicas

4	<b>Be</b>
12	<b>Mg</b>
20	<b>Ca</b>
38	<b>Sr</b>
57	<b>Ba</b>
88	<b>Ra</b>

(He)  $2s^2$   
 (Ne)  $3s^2$   
 (Ar)  $4s^2$   
 (Kr)  $5s^2$   
 (Xe)  $6s^2$   
 (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 (MO), hidróxidos ( $M(OH)_2$ ), nitruros ( $M_3N_2$ ), sulfuros (MS) y haluros ( $MX_2$ ).

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.



**Fig. 2.42** Tubería obstruida por sarro.

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.



**Fig. 2.41** Carbonato de calcio en conchas marinas.

## Los elementos del grupo IIIA (13): Familia del boro o de 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:

<b>5 B</b>	Propiedades físicas
<b>13 Al</b>	
<b>31 Ga</b>	
<b>49 In</b>	
<b>81 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.

<b>5 B</b>	<b>(He) 2s<sup>2</sup> 2p<sup>1</sup></b>	Propiedades químicas
<b>13 Al</b>	<b>(Ne) 3s<sup>2</sup> 3p<sup>1</sup></b>	
<b>31 Ga</b>	<b>(Ar) 4s<sup>2</sup> 3d<sup>10</sup> 4p<sup>1</sup></b>	
<b>49 In</b>	<b>(Kr) 5s<sup>2</sup> 4d<sup>10</sup> 5p<sup>1</sup></b>	
<b>81 Tl</b>	<b>(Xe) 6s<sup>2</sup> 4f<sup>14</sup> 5d<sup>10</sup> 6p<sup>1</sup></b>	

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.



Fig. 2.43 Alúmina.

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  $F_2$ . A temperaturas elevadas reacciona con la mayor parte de los no metales (excepto el  $H_2$ ) y los metales.

El aluminio es un metal reactivo pero forma una capa de óxido ( $Al_2O_3$ ) 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  $[M_2(SO_4)_3]$  y con los halógenos para formar haluros ( $MX_3$ ).



Fig. 2.44 Boro.

## Los elementos del grupo IVA (14): La familia del carbono o carbonoideos

Aunque existen grandes diferencias entre los elementos de este grupo, se les conoce como la familia del carbono (carbono, silicio, germanio, estaño y plomo).

<b>6 C</b>	Propiedades físicas
<b>14 Si</b>	
<b>32 Ge</b>	
<b>50 Sn</b>	
<b>82 Pb</b>	

- El carbono es un no metal, el silicio y el germanio son metaloides o semimetales; el estaño y el plomo son metales.
- El Sn y el Pb son los únicos que en disolución acuosa forman cationes.
- El Sn y el Pb son metales blandos.
- El carbono presenta alótropos, como el grafito, diamante y carbono amorfo.
- Todos son sólidos.

## Propiedades químicas

6	<b>C</b>	(He) $2s^2 2p^2$
14	<b>Si</b>	(Ne) $3s^2 3p^2$
32	<b>Ge</b>	(Ar) $4s^2 3d^{10} 4p^2$
50	<b>Sn</b>	(Kr) $5s^2 4d^{10} 5p^2$
82	<b>Pb</b>	(Xe) $6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^2$

Cada uno de ellos tiene en su estado basal, una configuración electrónica externa:  $ns^2 np^2$ .

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 VA (15): La familia del nitrógeno o nitrogenoideos

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.

7	<b>N</b>	Propiedades físicas
15	<b>P</b>	
33	<b>As</b>	
51	<b>Sb</b>	
83	<b>Bi</b>	

- 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.



**Fig. 2.45**  
*Criogenización con nitrógeno líquido.*



**Fig. 2.46**  
*El uso de fosfatos en cultivos.*

## Propiedades químicas

Cada uno de ellos tiene en su estado basal, una configuración electrónica externa:  $ns^2 np^3$ .

7	<b>N</b>	(He) $2s^2 2p^3$
15	<b>P</b>	(Ne) $3s^2 3p^3$
33	<b>As</b>	(Ar) $4s^2 3d^{10} 4p^3$
51	<b>Sb</b>	(Kr) $5s^2 4d^{10} 5p^3$
83	<b>Bi</b>	(Xe) $6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^3$

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 VIA (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	
${}^8\text{O}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En este grupo de elementos predomina más el carácter no metálico, el cual disminuye al aumentar el número atómico del elemento.</li> <li>- El oxígeno, el azufre y el selenio son no metales, el telurio es metaloide y el polonio es un metal.</li> <li>- El oxígeno es un gas y el resto son sólidos.</li> <li>- El oxígeno es el elemento más electronegativo de esta familia.</li> </ul>
${}^{16}\text{S}$	
${}^{34}\text{Se}$	
${}^{52}\text{Te}$	
${}^{84}\text{Po}$	

Propiedades químicas		
${}^8\text{O}$	<b>(He) <math>2s^2 2p^4</math></b>	<p>Cada uno de ellos tiene en su estado basal, una configuración electrónica externa: <b><math>ns^2 np^4</math></b>.</p> <p>El oxígeno, azufre y selenio tienen la tendencia a aceptar dos electrones para completar su última capa y formar iones <math>2^-</math>; óxido <math>\text{O}^{2-}</math>, sulfuro <math>\text{S}^{2-}</math>, selenuro <math>\text{Se}^{2-}</math>. Los estados de oxidación más usuales son: +2,+4 y +6.</p>
${}^{16}\text{S}$	<b>(Ne) <math>3s^2 3p^4</math></b>	
${}^{34}\text{Se}$	<b>(Ar) <math>4s^2 3d^{10} 4p^4</math></b>	
${}^{52}\text{Te}$	<b>(Kr) <math>5s^2 4d^{10} 5p^4</math></b>	
${}^{84}\text{Po}$	<b>(Xe) <math>6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^4</math></b>	

En general, la mayoría forma óxidos ácidos, como  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{SeO}$ ,  $\text{SeO}_2$ ,  $\text{SeO}_3$ ,  $\text{TeO}$ ,  $\text{TeO}_2$ ,  $\text{TeO}_3$ .

El oxígeno existe principalmente como  $\text{O}_2$  en la troposfera y como  $\text{O}_3$  (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.

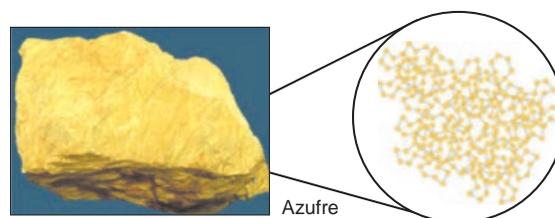


Fig. 2.47 El azufre y sus niveles macroscópico y submicroscópico.

Los elementos del grupo VIIA (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

${}^9\text{F}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En este grupo de elementos predomina el carácter no metálico, el cual disminuye al aumentar el número atómico del elemento.</li> <li>- El flúor, cloro, bromo y yodo, son no metales, mientras que el astato es un metaloide.</li> <li>- El <math>\text{F}_2</math> es un gas de color amarillo pálido, el <math>\text{Cl}_2</math> es un gas de color amarillo verdoso, el <math>\text{Br}_2</math> es un líquido de color rojo oscuro, el <math>\text{I}_2</math> es un sólido de color gris metálico.</li> <li>- El flúor es el elemento más electronegativo de la tabla periódica.</li> <li>- Existen como moléculas diatómicas (<math>\text{F}_2</math>, <math>\text{Cl}_2</math>, <math>\text{I}_2</math>, <math>\text{Br}_2</math>) en el estado elemental.</li> </ul>
${}^{17}\text{Cl}$	
${}^{35}\text{Br}$	
${}^{53}\text{I}$	
${}^{85}\text{At}$	

9	<b>F</b>	(He) $2s^2 2p^5$
17	<b>Cl</b>	(Ne) $3s^2 3p^5$
35	<b>Br</b>	(Ar) $4s^2 3d^{10} 4p^5$
53	<b>I</b>	(Kr) $5s^2 4d^{10} 5p^5$
85	<b>At</b>	(Xe) $6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^5$

### Propiedades químicas

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.

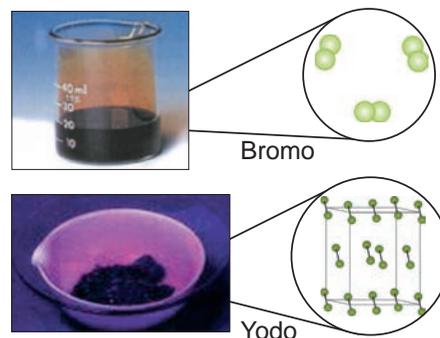
Todos son químicamente reactivos, venenosos, corrosivos y agentes bactericidas. El flúor es el elemento más reactivo, al igual que el oxígeno forma compuestos con cualquier otro elemento, excepto con el helio, neón y argón, es tan reactivo en su forma elemental que debe almacenarse en recipientes especiales 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.



**Fig. 2.48** Los niveles macroscópico y submicroscópico del bromo y el yodo.

### Los elementos del VIIIA grupo (18): La familia de los gases nobles o inertes

2	<b>He</b>
10	<b>Ne</b>
18	<b>Ar</b>
36	<b>Kr</b>
54	<b>Xe</b>
86	<b>Rn</b>

A este grupo se le conoce como la familia de los gases nobles o raros (helio, neón, argón, kriptón, xenón y radón).

En general presentan las siguientes propiedades:

#### Propiedades físicas

- Todos son gases monoatómicos extremadamente estables.
- Sus radios atómicos son más pequeños.
- Presentan las mayores energías de ionización

### Propiedades químicas

2	<b>He</b>	$1s^2$
10	<b>Ne</b>	(He) $2s^2 2p^6$
18	<b>Ar</b>	(Ne) $3s^2 3p^6$
36	<b>Kr</b>	(Ar) $4s^2 3d^{10} 4p^6$
54	<b>Xe</b>	(Kr) $5s^2 4d^{10} 5p^6$
86	<b>Rn</b>	(Xe) $6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6$

Cada uno de ellos tiene en su estado basal, una configuración electrónica externa:  $ns^2 np^6$ . 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).

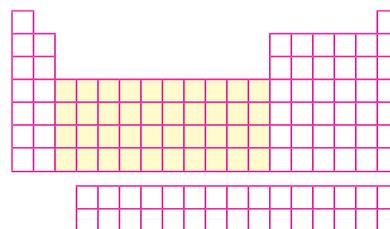


Fig. 2.49 Los elementos de transición.

Las estructuras electrónicas de los elementos de los subgrupos 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+.



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 de los subgrupos 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:

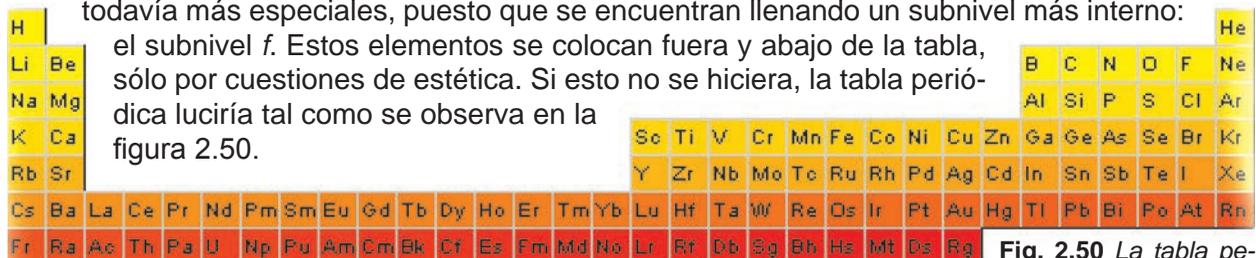


Fig. 2.50 La tabla periódica larga.

No hay reglas sencillas, que nos permitan predecir la carga de un ion de un metal de transición, cada caso es particular.

Sin embargo, mediante el uso de una estrategia nemotécnica, es posible aprenderlos con facilidad. Esta consiste en agrupar los elementos con cargas similares:

Elemento	Carga	Elemento	Carga
Fe, Co y Ni	2+, 3+	Au	1+, 3+
Cu y Hg	1+, 2+	Ag	1+
Zn y Cd	2+	Cr	2+, 3+, 4+, 6+
Pd y Pt	2+, 4+	Mn	2+, 3+, 4+, 6+ y 7+

Tabla 2.3 Elementos de transición con sus respectivas cargas.

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.

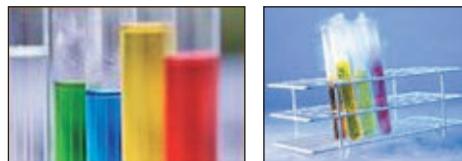


Fig. 2.51 Disoluciones de elementos de transición.

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
*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg

Tabla 2.4 Los elementos de transición.

### 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.

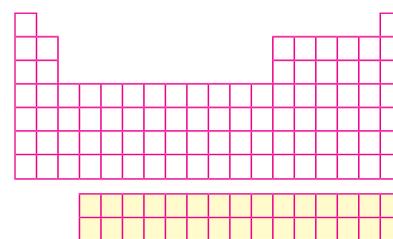


Fig. 2.52 Los elementos de transición.

### Lantánidos

Esta familia está formada por los siguientes elementos.

Serie Lantánida														
La*	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

Sus principales características:

- Son metales blandos
- Son muy maleables
- Resistentes a la corrosión y al impacto
- Generalmente forman iones estables con carga  $3+$
- 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 siguientes elementos.

Serie Actínida														
Ac*	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.

## Los bioelementos y la tabla periódica

Al revisar las características de los elementos de las familias que integran la tabla periódica, hemos encontrado que algunos de ellos son esenciales para la vida, por ello reciben el nombre de bioelementos.

Los bioelementos se clasifican según su participación en la constitución de la materia viva, en primarios y secundarios.

Los bioelementos primarios, son los elementos indispensables para formar las biomoléculas orgánicas (carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos), constituyen aproximadamente el 96 % de la materia seca, sin contar el % de agua. Son seis los bioelementos primarios más abundantes en la materia viva: el C, H, O, N, P y el S.

Los bioelementos secundarios son también elementos indispensables para los seres vivos, ellos constituyen el segundo grupo más abundante y se encuentran en forma iónica: Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>. Estos elementos constituyen el 4-5 % de la masa corporal.

Existen otros bioelementos esenciales, que los organismos vivos necesitan en cantidades muy pequeñas, por lo que se les llama elementos traza. La mayoría son elementos de transición del cuarto periodo, exceptuando al Sc y Ti. Ellos son: V, Cr, Mo, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, B, Al, Si, Sn, As, Se, F y I. Estos elementos constituyen el 0.1 % de la masa corporal.

1																		18
IA	2												13	14	15	16	17	VIIIA
	IIA												IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		B	C	N	O	F	
	Na	Mg	IIIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIIIIB			IB	IIB	Al	Si	P	S	Cl	
	K	Ca			V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn			As	Se		
					Mo							Cd		Sn			I	

Fig. 2.53 Los bioelementos en la tabla periódica.

En la tabla, los bioelementos o elementos indispensables para la vida, se indican con colores. Se ha utilizado el color amarillo para señalar a los 6 elementos más abundantes en los sistemas vivos (H, C, N, O, P, S). El color rojo para señalar a los 5 elementos que siguen en abundancia (Na, Mg, K, Ca, Cl). El color azul para señalar a los elementos que se requieren en cantidades muy pequeñas (V, Cr, Mo, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, B, Al, Si, Sn, As, Se, F, I).

### Actividad 2.28



Indaga en diversas fuentes el rol biológico del ion cloruro y el arsénico en los seres vivos.

---



---



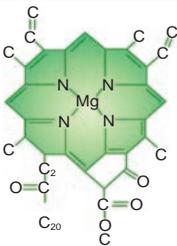
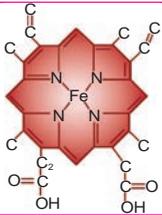
---



---



---

Bioelemento	Función	
C, H, O, N, P, S	Forman las biomoléculas: carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos	
Ca <sup>2+</sup>	Los iones calcio, participan en la formación de huesos y dientes. Intervienen en la transmisión de señales en el sistema nervioso, como las que controlan la contracción de los músculos cardíacos para hacer que el corazón lata.	
Na <sup>+</sup>	El ion sodio (Na <sup>+</sup> ) tiene un papel fundamental en el metabolismo celular, en la transmisión del impulso nervioso (mediante el mecanismo de bomba de sodio-potasio). Participa en la contracción muscular, el equilibrio ácido-base y la absorción de nutrientes por las células.	
K <sup>+</sup>	El ion potasio participa en la contracción muscular y la regulación de la actividad neuromuscular. Está involucrado en el mantenimiento del equilibrio osmótico entre las células y el fluido intersticial y el equilibrio ácido-base, determinado por el pH del organismo.	
Mg <sup>2+</sup>	<p>El ion magnesio es un constituyente esencial de la clorofila en las plantas verdes. El magnesio es importante para la vida, tanto animal como vegetal. La clorofila (que interviene en la fotosíntesis) es una sustancia compleja de porfirina-magnesio.</p> <p>La mayor parte del magnesio se encuentra en los huesos y sus iones desempeñan papeles de importancia en la actividad de muchas coenzimas y en reacciones que dependen del ATP. También ejerce un papel estructural, ya que el ion de Mg<sup>2+</sup> tiene una función estabilizadora de la estructura de cadenas de ADN y ARN.</p>	
I	<p>La deficiencia de yodo en los seres humanos 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>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>	
Fe	<p>El hierro se encuentra en el centro de cada molécula de hemoglobina, la cual recoge el oxígeno de los vasos sanguíneos de los pulmones y los lleva a la célula de todo el cuerpo.</p>	
Zn	Las moléculas que ayudan a tu cuerpo a digerir proteínas y eliminar CO <sub>2</sub> contienen zinc.	
Mn	El Mn participa en la respiración celular.	
Cu	Al igual que el Mn participa en la respiración celular y en la síntesis de la hemoglobina. Ayuda a la absorción del hierro.	
Co	El Co es necesario para el desarrollo de los glóbulos rojos. participa en la coenzima de la vitamina B12.	
V	El vanadio es un elemento esencial en algunos organismos. En humanos no está demostrada su esencialidad, aunque existen compuestos de vanadio que imitan y potencian la actividad de la insulina.	
Cr	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.	

Procesamiento de la información

**Actividad 2.29**



En forma colaborativa contesta los siguientes cuestionamientos.

1. Escriba la configuración electrónica y determine el grupo, subgrupo, período y bloque de los siguientes elementos. Después de realizar este ejercicio, ubica a cada elemento en la tabla periódica que se muestra abajo.

Elemento	Configuración electrónica	Grupo	Subgrupo	Período	Bloque
<sup>17</sup> Cl					
<sup>33</sup> As					
<sup>13</sup> Al					
<sup>19</sup> K					
<sup>31</sup> Ga					
<sup>22</sup> Ti					
<sup>25</sup> Mn					
<sup>27</sup> Co					
<sup>26</sup> Fe					
<sup>79</sup> Au					

1																	18
IA	2											13	14	15	16	17	VIIIA
	IIA											III A	IV A	V A	V I A	V II A	
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
		IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B				IB	IIB					

2. ¿Qué letras del abecedario no se utilizan en la construcción de símbolos de los elementos químicos?

---



---

3. ¿Por qué el Zn, Cd y Hg no pueden ser considerados estrictamente elementos de transición?

---

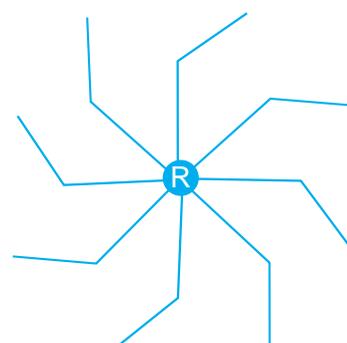
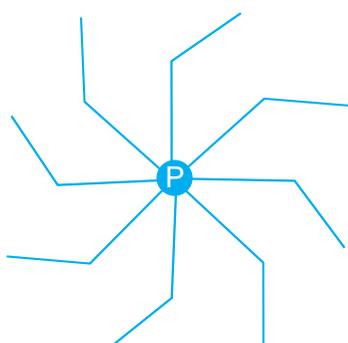
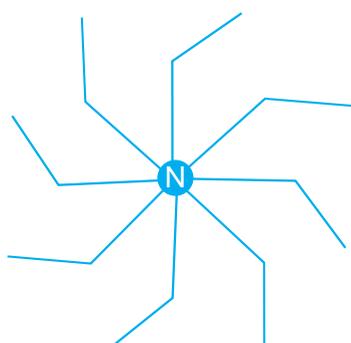
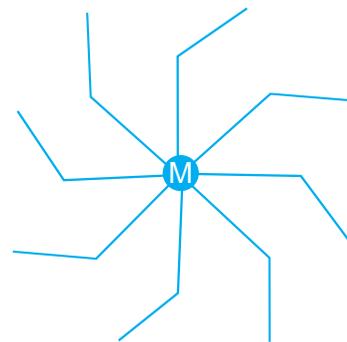
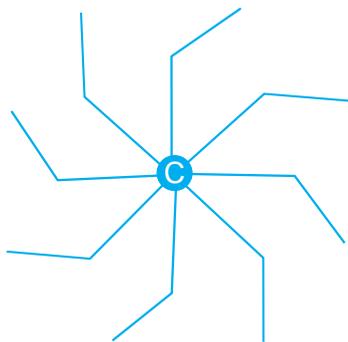
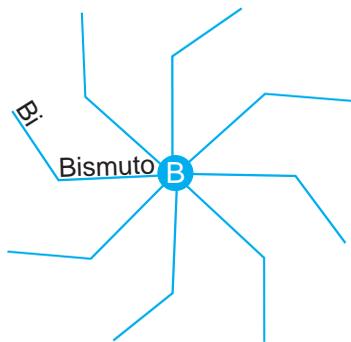


---



---

4. Utilizando un mapa tipo sol, escribe los nombres y símbolos de los elementos que inician con las letras: B, C, M, N, P y R.



5. En la siguiente frase de Soren Kierkegaard, encuentra símbolos de elementos químicos, sin que se repitan y escribe el nombre de cada uno de ellos.  
La vida no es un problema a ser resuelto, sino una realidad a experimentar.

---



---



---

6. Clasifica a los siguientes bioelementos en la tabla, según sus características. Utiliza una palomita (✓) para indicar en cada columna las características que posee el elemento de la fila.

Elemento	Primario	Secundario	Traza	Metal Representativo	Metal de Transición	No metal	Metaloide
S							
Mg							
K							
Cr							
Sn							
B							
F							
Fe							
Zn							

Aplicación de la información

**Actividad 2.30**



En forma individual o colaborativa resuelva los siguientes cuestionamientos:

- Determina con base en la configuración electrónica, el grupo, subgrupo, período y bloque de cada elemento. Una vez realizado el ejercicio, ubica a cada elemento por su posición en la tabla periódica que se muestra de abajo.

Configuración electrónica	Z	Grupo	Subgrupo	Período	Bloque	Elemento
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$						
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}4p^6$						
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}4p^6 5s^2$						
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^5$						
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10}5p^2$						
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$						
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^5$						
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$						
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^2$						
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^7$						

1											18						
IA	2											13	14	15	16	17	VIIIA
	IIA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
		IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B		IB	IIB							

- Si analizamos las configuraciones electrónicas externas del Li, Na, K, Rb, Cs y Fr, ¿qué tienen en común?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- ¿Es posible predecir, las propiedades de los elementos 117 y 118, utilizando la tabla periódica? Explica cómo lo harías.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

En la naturaleza existen muchos procesos que se presentan en forma regular, por ejemplo, el día y la noche son procesos que aparecen debido a que la Tierra dura 24 horas en rotar sobre su propio eje:

4. ¿Qué regularidades encuentras en la tabla periódica?

---



---



---



---

5. ¿Qué incertidumbres encuentras en la tabla periódica larga?

---



---

6. En la siguiente tabla se presentan los minerales contenidos en un comprimido de multivitaminas y minerales (suplemento alimenticio Wellness), y la respectiva cantidad diaria recomendada (CDR) de cada elemento, para el consumo humano. Analiza la tabla y encuentra qué elementos pueden ser considerados como traza.

CONTENIDO POR CÁPSULA		
Elemento	Cantidad	Porcentaje (vd)
Calcio	175 mg	22
Cobre	1 mg	100
Magnesio	75 mg	20
Selenio	40 $\mu\text{g}$	73
Zinc	7 mg	70
Manganeso	2 mg	100
Cromo	30 $\mu\text{g}$	75
Molibdeno	50 $\mu\text{g}$	100
Yodo	150 $\mu\text{g}$	100

---



---

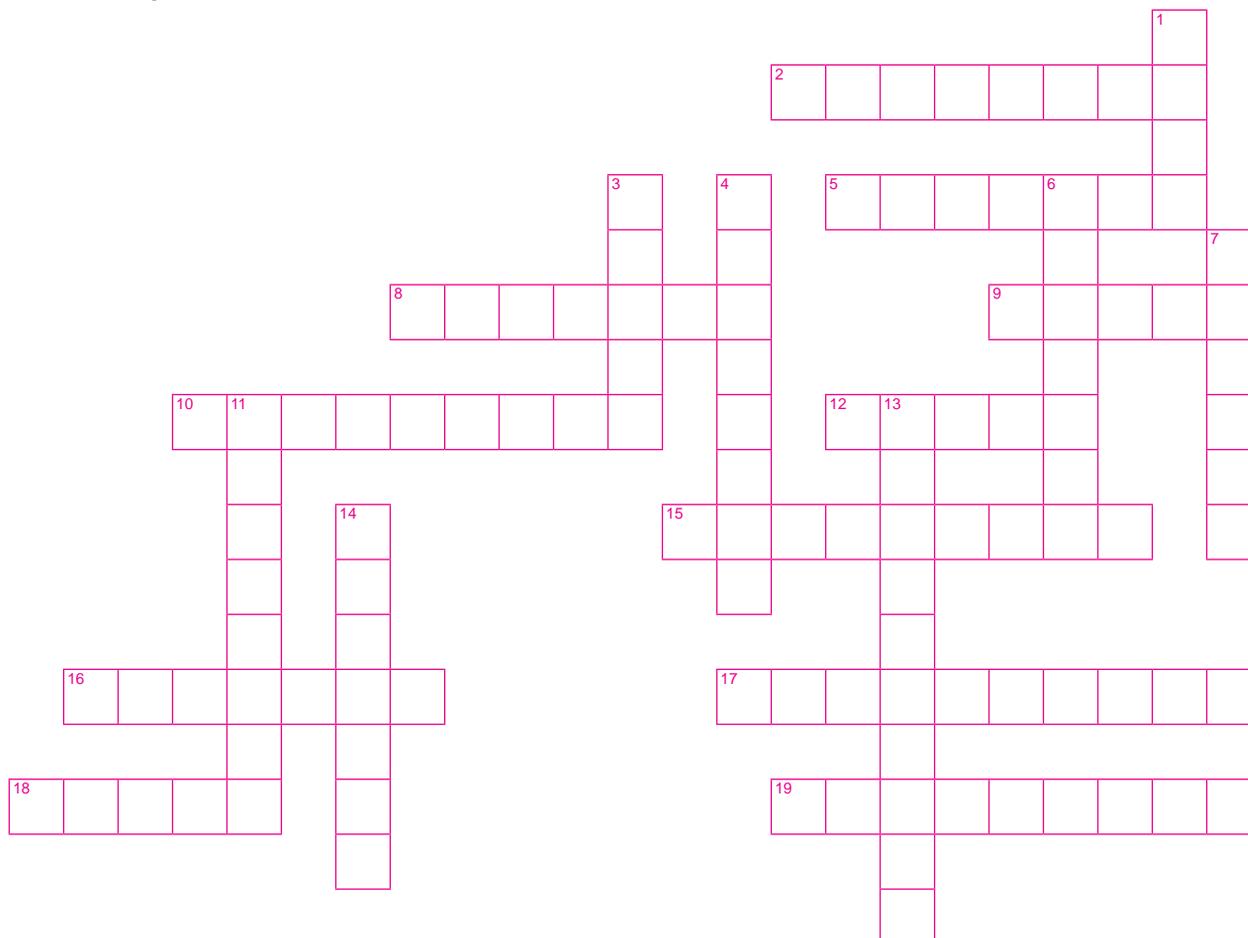
7. Resuelva el siguiente crucigrama de metales, no metales y metaloides.

#### Horizontales

2. Es el único metal líquido.
5. Elemento metaloide más abundante en la corteza terrestre.
8. Tipo de elementos que se ubican a la izquierda y al centro de la tabla periódica.
9. En condiciones normales es el único no metal líquido.
10. Los elementos de este grupo generalmente existen como moléculas diatómicas en su estado elemental, son muy reactivos a temperatura ambiente.
12. Halógeno utilizado en la potabilización del agua para evitar enfermedades como el cólera.
15. El plutonio y el americio pertenecen a la familia de los...
16. Elemento alcalino del cual se predice que puede ser líquido.
17. Nombre que se utiliza para designar a los metales del subgrupo B.
18. Elemento metálico cuya temperatura de fusión es tan baja que se puede fundir en la mano.
19. Elemento más abundante en el universo.

### Verticales

1. Metaloide del grupo 13 utilizado frecuentemente como veneno suave para cucarachas y hormigas.
3. En la tabla periódica los periodos son ¿filas o columnas?
4. Es uno de los metaloides más venenosos, el cual se cree fue utilizado para envenenar a Napoleón Bonaparte.
6. El diamante y el grafito son algunas de las formas alotrópicas del...
7. Estos gases tienen los subniveles s y p llenos de electrones.
11. Metal más abundante en la corteza terrestre.
13. Nombre que se utiliza para designar a la familia de la primera serie de elementos de transición interna.
14. En la tabla periódica, al conjunto de elementos que tienen sus electrones en el mismo nivel de energía se le denomina.





## Autoevaluación

## Actividad 2.31

Analiza cada una de las preguntas iniciales de falso-verdadero y fundamenta tu respuesta.

Pregunta	Fundamentación
1. La tabla periódica se encuentra constituida por filas (periodos) y columnas (grupos).	
2. A los elementos del subgrupo A, se les denomina representativos.	
3. Los elementos de transición se ubican en el subgrupo B.	
4. La tabla periódica actual se puede dividir en 5 bloques; <i>s</i> , <i>p</i> , <i>d</i> , <i>f</i> y <i>g</i> .	
5. El bloque <i>s</i> está constituido por los grupos I y II A.	
6. Los electrones de valencia se encuentran siempre en el penúltimo nivel de energía.	
7. Si la configuración electrónica de un elemento termina en <i>s</i> o en <i>p</i> , pertenece al subgrupo B.	
8. El oxígeno y el nitrógeno son dos gases nobles de gran importancia.	
9. Los metales se ubican a la derecha y al centro de la tabla periódica.	
10. Las mejores fuentes de hierro son las vísceras, el hígado, los quélites, acelgas y espinacas.	
11. El mercurio es el único elemento líquido.	
12. El magnesio es el constituyente esencial de la clorofila en las plantas verdes.	
13. La deficiencia de yodo es la causa del bocio en los humanos.	
14. Los no metales son maleables, dúctiles y buenos conductores del calor y la electricidad.	
15. Los metaloides se ubican arriba y abajo de la línea diagonal que divide a los metales de los no metales.	

## Las propiedades periódicas

- Describe propiedades periódicas de los elementos, como tamaño atómico, potencial de ionización y afinidad electrónica.
- Compara las propiedades periódicas de los elementos por su ubicación en la tabla periódica.
- Valora la importancia de la tabla periódica como instrumento para determinar la actividad química de un elemento.



### Problematización

#### Actividad 2.32

Explora tus conocimientos previos, dando respuesta a las siguientes aseveraciones como falsas o verdaderas.

1. Las propiedades periódicas se denominan así porque varían en forma regular a lo largo de un periodo o de un grupo en la TP.	F	V
2. Al recorrer un grupo de arriba hacia abajo el radio atómico disminuye.	F	V
3. La energía necesaria para eliminar un electrón de un átomo neutro en estado gaseoso y formar un ion positivo se denomina energía de ionización.	F	V
4. Al eliminar un segundo electrón de un átomo, siempre se requiere menor energía.	F	V
5. La tabla periódica es una herramienta que nos permite predecir cómo varían las propiedades de los elementos a través de un grupo o periodo.	F	V
6. Se denomina afinidad electrónica a la facilidad con la que un átomo en estado gaseoso gana un electrón.	F	V
7. La Afinidad electrónica será mayor para los elementos metálicos que no metálicos.	F	V
8. La electronegatividad es una propiedad que se manifiesta sólo cuando los átomos se encuentran unidos.	F	V
9. El carácter metálico aumenta hacia abajo y hacia la izquierda en la TP.	F	V
10. El elemento con número 118 se puede predecir que tendrá propiedades similares a los gases nobles.	F	V

## Adquisición y organización de la información

#### Actividad 2.33



En forma individual lee acerca de las propiedades periódicas y elabora una síntesis de la misma.

### 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.

$$1\text{pm} = 1 \text{ picómetro} = 1 \times 10^{-12}\text{m}$$

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:

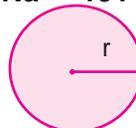
$$114\text{pm} + 77\text{pm} = 191 \text{ pm}$$

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.
2. En un período, el radio atómico disminuye de izquierda a derecha. Esto se debe a que al recorrer un período 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.
3. 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.
4. 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.

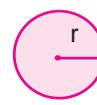
Ejemplos:

$$r \text{ Na} = 191 \text{ pm}$$



Átomo neutro

$$r \text{ Na}^+ = 116 \text{ pm}$$



Catión

Ejemplos:

$$r \text{ F} = 71 \text{ pm}$$

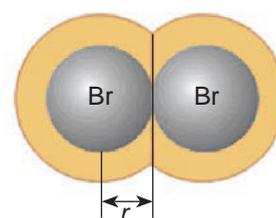


Átomo neutro

$$r \text{ F}^- = 119 \text{ pm}$$

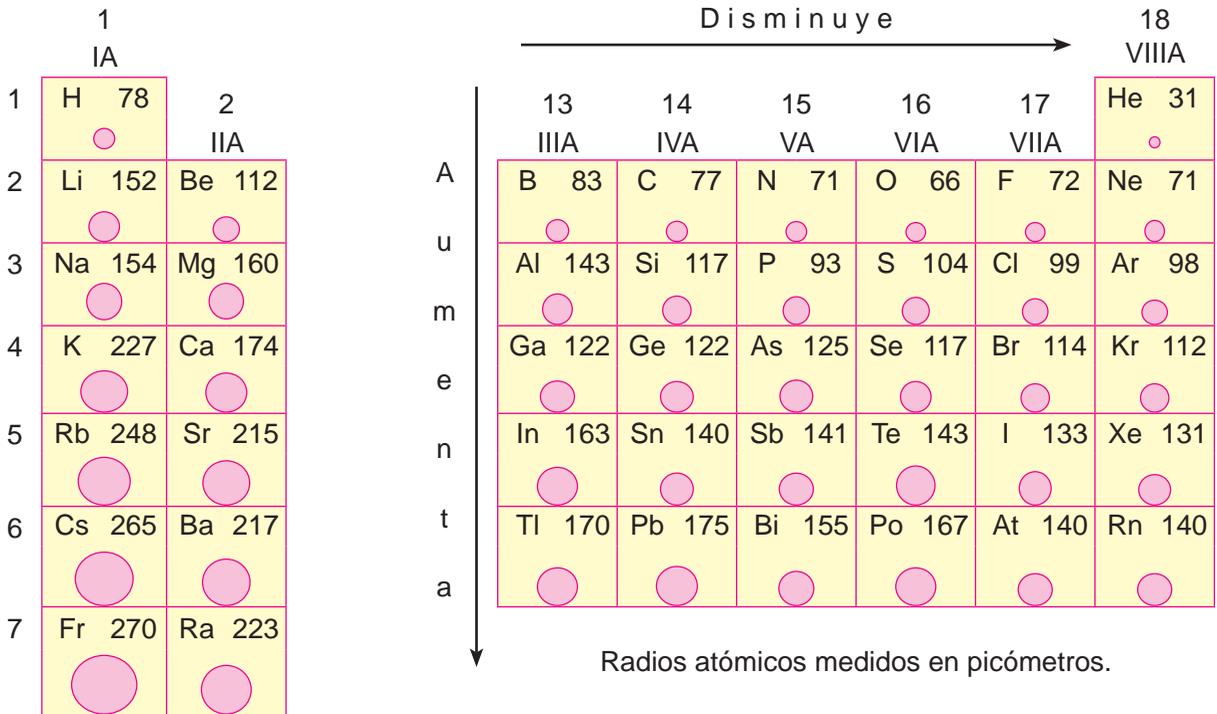


Anión



Radio covalente  
**Fig. 2.54** El radio covalente de la molécula de bromo es de 114.3 pm.

**Tabla 2.5** Muestra la variación del tamaño atómico en la tabla periódica.



**Energía de Ionización**

Otra propiedad periódica muy importante para entender las propiedades químicas de los elementos es la energía de ionización.

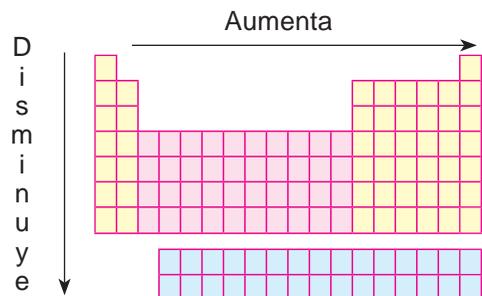
*La energía necesaria para eliminar un electrón de un átomo neutro en estado gaseoso y formar un ion positivo.*

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 eliminarse, 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.



**Fig. 2.55** Variación de la energía de ionización en la tabla periódica.

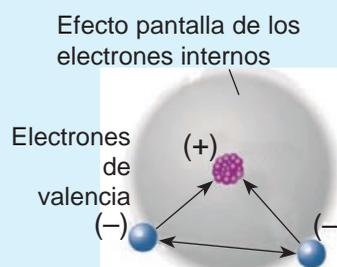
**Fig. 2.6** Primera energía de ionización (I1) en eV.

En un periodo		En una familia o grupo	
Símbolo	I1	Símbolo	I1
Li	5.3917	Li	5.3917
Be	9.3227	Na	5.1391
B	8.2980	K	4.3407
C	11.2603	Rb	4.1771
N	14.5341	Cs	3.8939
O	13.6181		
F	17.4228		
Ne	21.5645		

1 eV = 1.6 x 10<sup>-19</sup> culombios  
1 eV = 1.6 x 10<sup>-19</sup> julios

## ¿Sabías que...

la carga nuclear efectiva es la carga que realmente experimenta un electrón dado, en un átomo polielectrónico, 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:

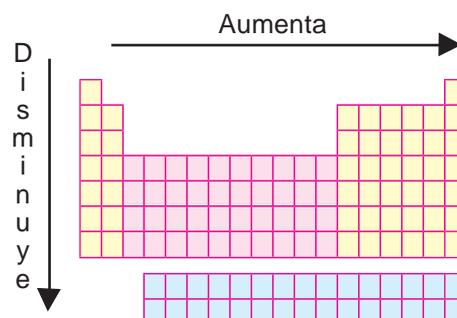
Los no metales, al tener alta afinidad electrónica y alto potencial de ionización, su tendencia es a ganar electrones. Así mismo, los metales al presentar baja afinidad electrónica y bajo potencial de ionización, su tendencia es a perder electrones.

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 los 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.

**Fig. 2.56** 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.

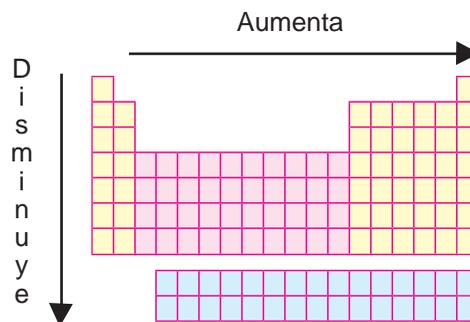


Fig. 2.57 Variación de la electronegatividad en la tabla periódica.

1	2	13	14	15	16	17	18
<b>H</b> 2.1							
<b>Li</b> 1.0	<b>Be</b> 1.5	<b>B</b> 2.0	<b>C</b> 2.5	<b>N</b> 3.0	<b>O</b> 3.5	<b>F</b> 4.0	
<b>Na</b> 0.9	<b>Mg</b> 1.2	<b>Al</b> 1.5	<b>Si</b> 1.8	<b>P</b> 2.1	<b>S</b> 2.5	<b>Cl</b> 3.0	
<b>K</b> 0.8	<b>Ca</b> 1.0	<b>Ga</b> 1.6	<b>Ge</b> 1.8	<b>As</b> 2.0	<b>Se</b> 2.4	<b>Br</b> 2.8	
<b>Rb</b> 0.8	<b>Sr</b> 1.0	<b>In</b> 1.7	<b>Sn</b> 1.8	<b>Sb</b> 1.9	<b>Te</b> 2.1	<b>I</b> 2.5	
<b>Cs</b> 0.8	<b>Ba</b> 0.9	<b>Tl</b> 1.8	<b>Pb</b> 1.8	<b>Bi</b> 1.9	<b>Po</b> 2.0	<b>At</b> 2.2	
<b>Fr</b> 0.7	<b>Ra</b> 0.9						

Fig. 2.58 Valores relativos de electronegatividades, según la escala de Pauling, para los elementos representativos.

## Procesamiento de la información

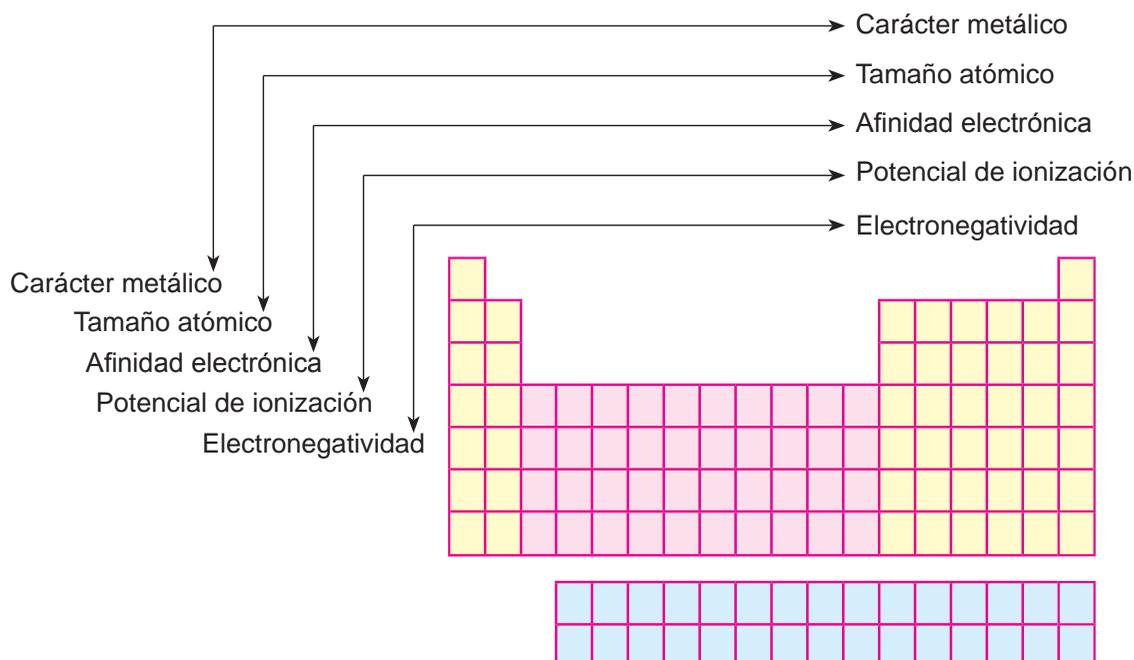
### Actividad 2.34



En forma individual o colaborativa resuelva los siguientes cuestionamientos.

- ¿Qué propiedades periódicas aumentan al recorrer un grupo de arriba hacia abajo en la tabla periódica?
  - El carácter metálico y la electronegatividad
  - El potencial de Ionización y el carácter metálico
  - El carácter no metálico y el potencial de ionización
  - La electronegatividad y la afinidad electrónica
  - Ninguna de las anteriores
- ¿Qué propiedades periódicas aumentan al desplazarnos en un período de izquierda a derecha en la tabla periódica?
  - La electronegatividad y el tamaño atómico
  - El radio atómico y el radio iónico
  - El carácter metálico y la afinidad electrónica
  - Potencial de ionización y electronegatividad
  - Ninguna de las anteriores

3. En la tabla periódica, el tamaño atómico tiende a aumentar hacia la:
- Derecha y hacia arriba
  - Derecha y hacia abajo
  - Izquierda y hacia arriba
  - Izquierda y hacia abajo
4. El tamaño de los átomos aumenta cuando:
- Se incrementa el número de período
  - Disminuye el número de período
  - Se incrementa el número de grupo
  - Disminuye el número de bloque
  - Ninguna de las anteriores
5. 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?
- Disminuye conforme nos desplazamos de izquierda a derecha a lo largo de un período
  - Aumenta conforme nos desplazamos de arriba hacia abajo a lo largo de un grupo
  - Aumenta conforme nos desplazamos de derecha a izquierda a lo largo de un período
  - todos son correctos
6. ¿La segunda energía de ionización en el magnesio, será menor o mayor a la primera?  
Explica. \_\_\_\_\_
- 
7. Representa en el siguiente gráfico cómo varían las propiedades periódicas: electronegatividad, afinidad electrónica, potencial de ionización, tamaño atómico y carácter metálico.



## Aplicación de la información

## Actividad 2.35



En forma individual o colaborativa resuelva los siguientes cuestionamientos.

1. Triada de elementos con menor energía de ionización:

- |              |               |
|--------------|---------------|
| a) Ne, Cl, F | b) S, C, O    |
| c) Li, Na, K | d) He, Ne, Ar |

2. La energía de ionización del elemento yodo con respecto al calcio, es:

- |          |                 |
|----------|-----------------|
| a) Mayor | b) Menor        |
| c) Igual | d) Proporcional |

3. ¿Cuál de los siguientes elementos tiene la más alta afinidad electrónica?

- |       |       |
|-------|-------|
| a) Cl | b) Br |
| c) F  | d) I  |

4. ¿Cuál elemento tiene la primera energía de ionización más baja?

- |       |       |
|-------|-------|
| a) Na | b) Cs |
| c) Li | d) K  |

5. ¿Qué familia de elementos en la tabla periódica tienen los mayores tamaños atómicos?

- |                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| a) metales alcalinos | b) gases nobles |
| c) halógenos         | d) calcógenos   |

6. ¿Qué familia de elementos en la tabla periódica tienen las mayores electronegatividades?

- |                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| a) metales alcalinos | b) gases nobles |
| c) halógenos         | d) calcógenos   |

7. ¿Qué elemento de la tabla periódica tiene el más alto valor de electronegatividad?

- |       |      |
|-------|------|
| a) P  | b) S |
| c) Cl | d) F |

8. ¿Qué familia de elementos tiene las primeras energías de ionización más altas?

- |                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| a) metales alcalinos | b) gases nobles |
| c) halógenos         | d) calcógenos   |

9. 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 |



## Autoevaluación

## Actividad 2.36

Analiza cada una de las siguientes preguntas de falso-verdadero y fundamenta tu respuesta.

Pregunta	Fundamentación
1. Las propiedades periódicas se denominan así porque varían en forma regular a lo largo de un periodo o de un grupo en la TP.	
2. Al recorrer un grupo de arriba hacia abajo el radio atómico disminuye.	
3. La energía necesaria para eliminar un electrón de un átomo neutro en estado gaseoso y formar un ion positivo se denomina energía de ionización.	
4. Al eliminar un segundo electrón de un átomo, siempre se requiere menor energía.	
5. La tabla periódica es una herramienta que nos permite predecir cómo varían las propiedades de los elementos a través de un grupo o periodo.	
6. Se denomina afinidad electrónica a la facilidad con la que un átomo en estado gaseoso gana un electrón.	
7. La afinidad electrónica será mayor para los elementos metálicos que no metálicos.	
8. La electronegatividad es una propiedad que se manifiesta sólo cuando los átomos se encuentran unidos.	
9. El carácter metálico aumenta hacia abajo y hacia la izquierda en la tabla periódica.	
10. El elemento con número 118 se puede predecir que tendrá propiedades similares a los gases nobles.	



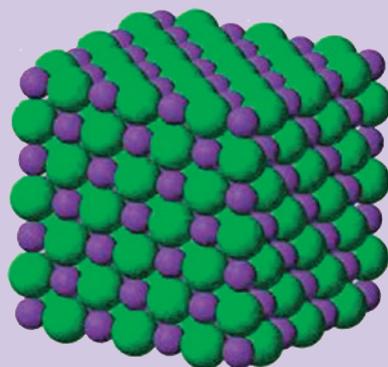
## Autoevaluación de la unidad 2

### Actividad 2.37

En forma individual elabora un mapa conceptual que rescate en gran medida las ideas centrales de esta unidad.

## UNIDAD III

# Las sustancias: sus enlaces, nomenclatura y aplicaciones



### Introducción

El propósito de esta unidad consiste en utilizar los modelos de enlace iónico y covalente para explicar la formación de las sustancias iónicas y covalentes, así como su simbología y nomenclatura. Para el logro de lo anterior, se propone el abordaje de tres procesos:

En el primer proceso se busca que el estudiante desarrolle la habilidad de construir fórmulas químicas, al hacer uso de las reglas de formulación y de los números de oxidación.

En el segundo proceso, se revisará el tipo de enlace, nomenclatura e importancia de las sustancias iónicas en la vida cotidiana, como los óxidos básicos, hidróxidos, oxisales, sales haloideas e hidruros metálicos.

En el tercer proceso se revisará el tipo de enlace, nomenclatura e importancia de las sustancias covalentes en la vida cotidiana, como los óxidos ácidos (anhídridos), oxiácidos, hidrácidos, hidruros y haluros covalentes.

**COMPETENCIAS GENÉRICAS**

ATRIBUTO	CRITERIOS DE APRENDIZAJE
4.1 Expresa ideas y conceptos mediante diversos sistemas de representación simbólica.	Escribe fórmulas químicas de sustancias iónicas y covalentes con base en el número de oxidación de los elementos que las constituyen.
4.3 Identifica y evalúa las ideas clave en un texto o discurso oral e infiere conclusiones a partir de ellas.	Identifica ideas claves a través de la lectura de un texto de química relacionado con sustancias iónicas y covalentes.
4.5 Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y expresar ideas, de manera responsable y respetuosa.	Indaga las propiedades y aplicaciones de sustancias iónicas y covalentes, mediante el uso responsable de las tecnologías de la información y la comunicación.
5.1 Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva en la búsqueda y adquisición de nuevos conocimientos.	Realiza las actividades experimentales siguiendo instrucciones, procedimientos y normas de seguridad, en forma adecuada.
5.2 Ordena información de acuerdo a categorías, jerarquías y relaciones.	Organiza ideas clave acerca de las sustancias iónicas y covalentes teniendo en cuenta las categorías, jerarquías y relaciones entre ellas.
5.4 Construye hipótesis y diseña y aplica modelos para probar su validez.	Plantea hipótesis, en el diseño y realización de actividades experimentales, de manera clara y coherente.
5.5 Elabora conclusiones y formula nuevas interrogantes, a partir de retomar evidencias teóricas y empíricas.	Elabora conclusiones con base en los resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio.
6.1 Selecciona, interpreta y reflexiona críticamente sobre la información que obtiene de las diferentes fuentes y medios de comunicación.	Selecciona información acerca de las aplicaciones más importantes de algunas sustancias iónicas y/o covalentes, al acudir a fuentes actuales y apropiadas.
7.3 Articula los saberes de diversos campos del conocimiento y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana.	Articula saberes de diversas disciplinas mediante la indagación de problemáticas y/o principios de la química.
8.3 Asume una actitud constructiva al intervenir en equipos de trabajo, congruente con los conocimientos y habilidades que posee.	Participa en equipos diversos con una actitud congruente y constructiva, aportando sus conocimientos y habilidades.
11.3 Contribuye al alcance de un equilibrio entre los intereses de corto y largo plazo con relación al ambiente.	Aplica métodos comunes de tratamiento de desechos químicos en el laboratorio, con base a las propiedades de las sustancias.

**COMPETENCIAS DISCIPLINARES**

ÁREA: CIENCIAS EXPERIMENTALES	CRITERIOS DE APRENDIZAJE
3. Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas.	Identifica problemas de la química, formula preguntas científicas y plantea hipótesis mediante la realización de actividades experimentales.
4. Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.	Registra y sistematiza información pertinente acerca de sustancias iónicas y covalentes, al observar la conductividad eléctrica en sus disoluciones acuosas.
5. Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones.	Comunica los resultados obtenidos de su proyecto de ciencias o de las prácticas realizadas en el laboratorio con base en los criterios establecidos previamente.
6. Valora las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas.	Valora preconcepciones personales o comunes de fenómenos como la conductividad eléctrica y solubilidad de las sustancias iónicas y covalentes, con base a la evidencia teórica y/o experimental.
7. Explicita las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos.	Explicita las nociones científicas que sustentan la solución de algunos problemas cotidianos (derrames de ácido, fugas de gas, entre otros) con base a las propiedades de las sustancias involucradas.
9. Diseña modelos o prototipos para resolver problemas, satisfacer necesidades o demostrar principios científicos.	Demuestra principios científicos de la química a través del diseño de modelos o prototipos adecuados.
10. Relaciona las expresiones simbólicas de un fenómeno de la naturaleza y los rasgos observables a simple vista o mediante instrumentos o modelos científicos.	Relaciona las expresiones simbólicas de una sustancia a través de su nombre, propiedades y modelos.
13. Relaciona los niveles de organización química, biológica, física y ecológica de los sistemas vivos.	Relaciona los niveles de organización de las sustancias inorgánicas a través de su composición y propiedades.
14. Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana.	Aplica normas de seguridad en la realización de actividades experimentales mediante el manejo adecuado de sustancias, instrumentos y equipo.

## Competencia de unidad

**Utiliza los modelos de enlace iónico y covalente para escribir fórmulas y nombre de las sustancias inorgánicas al relacionar la simbología y la nomenclatura apropiada.**

### La construcción de fórmulas químicas

- Describe el concepto de número de oxidación
- Utiliza los números de oxidación de los elementos representativos y de transición en la construcción de fórmulas químicas.
- Valora la utilidad del número de oxidación en la construcción de fórmulas químicas.



### Problematización

#### Actividad 3.1

Explora tus conocimientos previos, dando respuesta a las siguientes aseveraciones como falsas o verdaderas.

1. El número de oxidación de un elemento combinado con otro, es cero.	F	V
2. La fórmula $H_2O$ expresa que la molécula de agua está constituida por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.	F	V
3. En la fórmula $3 NH_4Cl$ el coeficiente es el 4.	F	V
4. Al número entero positivo, negativo o cero que se asigna a cada elemento en un compuesto, se denomina número de oxidación.	F	V
5. En la construcción de una fórmula química se escribe primero la parte negativa y enseguida la positiva.	F	V
6. Los subíndices expresan el número de átomos de los elementos presentes en una molécula o unidad fórmula.	F	V
7. El símbolo $Cl^-$ indica que el átomo de cloro ha tenido una reducción o pérdida de electrones.	F	V
8. Una fórmula química sólo expresa la composición cualitativa de una sustancia.	F	V
9. En una fórmula química, los coeficientes indican el número de moléculas o unidades fórmula; así como también el número de moles presentes de la sustancia.	F	V
10. En una fórmula química la suma de cargas negativas y positivas siempre es mayor de cero.	F	V

#### Actividad 3.2



En forma individual lee acerca de la construcción de fórmulas químicas y la forma de nombrarlas, al final elabora una síntesis de la misma.

### Fórmulas químicas

Una fórmula química *expresa la composición cualitativa y cuantitativa de las moléculas o las unidades fórmulas que constituyen una sustancia molecular o reticular respectivamente.*

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

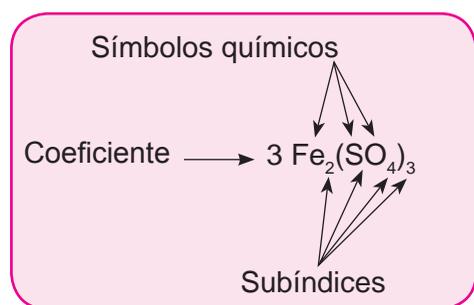
Una fórmula química está constituida por símbolos químicos, subíndices y coeficientes.

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.

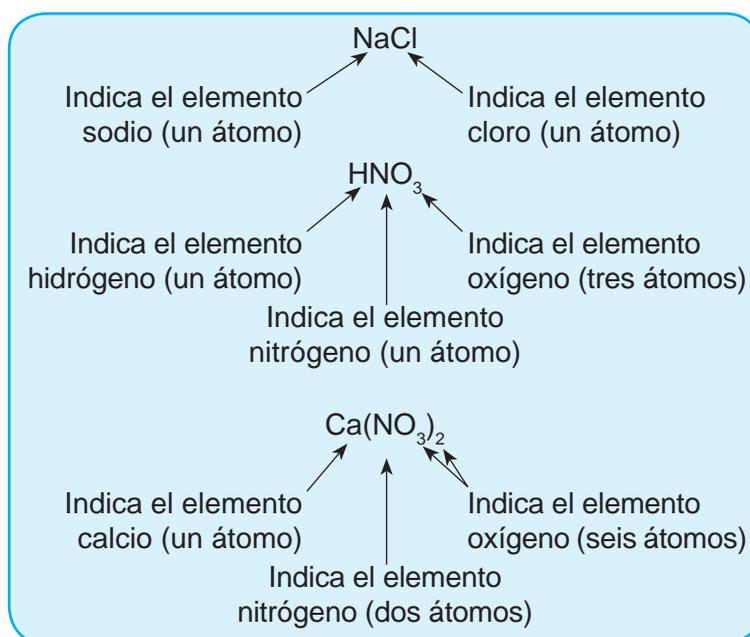
Los coeficientes indican el número de moléculas o unidades fórmula; así como también el número de moles presentes de la sustancia.

Por ejemplo:



**Fig. 3.1** Nivel simbólico; componentes de una fórmula química y lo que representan.

En la construcción de fórmulas químicas, los números de oxidación son de gran utilidad, por ello, es importante aprenderlos. A continuación revisaremos este concepto.



### Número de oxidación (estado de oxidación)

El **número de oxidación**, es un *indicador que compara el ambiente electrónico de un átomo en una molécula con el ambiente electrónico de un átomo aislado del mismo elemento.*

Los números de oxidación son convencionales; se trata de un número entero, positivo, negativo o cero, que se asigna a cada elemento presente en un compuesto y está referido, al *número de cargas reales o aparentes que tendría un átomo en una molécula (o en una celda unitaria), si los electrones fueran transferidos completamente.*

Al construir una fórmula química, se debe tener en cuenta las siguientes reglas para asignar los números de oxidación:

1. Todo elemento en su estado libre, como el Na, Mg, Ag, Fe, tendrá un número de oxidación igual a cero. Asimismo, aquellos elementos que en su forma natural se encuentran como moléculas diatómicas, triatómicas, tetratómicas o poliatómicas.

Ejemplos:

Tipo de molécula	Ejemplo
Diatómicas	I <sub>2</sub> , Br <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> , F <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub>
Triatómicas	O <sub>3</sub>
Tetraatómicas	P <sub>4</sub>
Poliatómicas	S <sub>8</sub>

2. El número de oxidación de cualquier ion monoatómico es igual a su carga. Ejemplos:

Ion	Carga	No. de ox.
Na <sup>+</sup>	1+	+1
Mg <sup>2+</sup>	2+	+2
Cl <sup>-</sup>	1-	-1
S <sup>2-</sup>	2-	-2

3. Al construir una fórmula química, generalmente se escribe primero la parte positiva y después la parte negativa.



4. Los subíndices se determinan cruzando los valores numéricos sin los signos positivo y negativo.



5. Si los subíndices tienen un denominador común se llevan a su menor expresión (hay algunas excepciones donde permanecen sin cambio).

S <sup>6+</sup> O <sup>2-</sup>	$\frac{S_2O_6}{2}$	SO <sub>3</sub>
N <sup>4+</sup> O <sup>2-</sup>	$\frac{N_2O_4}{2}$	NO <sub>2</sub>
+1 -1 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Excepción
+1 -1 Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	Excepción

6. El número de oxidación del oxígeno normalmente es -2 en compuestos iónicos y moleculares. La excepción se encuentra en los peróxidos -O-O-, donde cada átomo de oxígeno tiene un número de oxidación de -1. Ejemplos:

Excepciones	No metal	Oxígeno	Fórmula
+1 -1 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	S <sup>2+</sup>	O <sup>2-</sup>	SO
+1 -1 Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	S <sup>4+</sup>	O <sup>2-</sup>	SO <sub>2</sub>
	S <sup>6+</sup>	O <sup>2-</sup>	SO <sub>3</sub>

7. El número de oxidación del hidrógeno es +1 cuando se combina con no metales (hidruros no metálicos) y -1 cuando se combina con metales (hidruros metálicos). Ejemplos:

Hidruros no metálicos	Hidruros metálicos
+1 -1 HCl	+1 -1 NaH
+1 -2 H <sub>2</sub> S	+2 -1 CaH <sub>2</sub>

8. El número de oxidación del flúor es -1 en todos sus compuestos. Los demás halógenos tienen un número de oxidación de -1 en la mayor parte de sus compuestos binarios, pero cuando se combinan con oxígeno tienen estados de oxidación positivos. Ejemplos:

Halógeno	No. de oxidación negativo	Números de oxidación positivos			
F	-1				
Cl	-1	+1	+3	+5	+7
Br	-1	+1	+3	+5	+7
I	-1	+1	+3	+5	+7

9. Los metales tienen estados de oxidación positivos, mientras que los no metales tienen estados de oxidación negativos, cuando se unen con los metales y los metaloides. Ejemplos:

Metal	No metal	Fórmula
Ca <sup>2+</sup>	O <sup>2-</sup>	CaO
Al <sup>3+</sup>	Cl <sup>-</sup>	AlCl <sub>3</sub>
Be <sup>2+</sup>	S <sup>2-</sup>	BeS

10. Los no metales presentan estados de oxidación positivos, cuando se unen a otro elemento no metálico más electronegativo. Ejemplos:

No metal	No metal	Fórmula
P <sup>5+</sup>	O <sup>2-</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Br <sup>3+</sup>	O <sup>2-</sup>	Br <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
N <sup>1+</sup>	O <sup>2-</sup>	N <sub>2</sub> O

11. Para que la fórmula del compuesto sea eléctricamente neutra, la suma de los números de oxidación positivos y negativos debe ser igual a cero.

Fórmula	Suma de números de oxidación positivos y negativos
+1 -1 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	2(+1) + 2(-1) = 0 +2-2 = 0
+3 -2 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2(+3) + 3(-2) = 0 +6-6 = 0
+5 -2 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(+5) + 5(-2) = 0 +10-10 = 0



	O <sup>2-</sup>	Cl <sup>1-</sup>	F <sup>1-</sup>	Br <sup>1-</sup>
N <sup>3+</sup>				
C <sup>4+</sup>				
S <sup>2+</sup>				
P <sup>3+</sup>				
Br <sup>1+</sup>				
Cl <sup>1+</sup>				
Se <sup>4+</sup>				
I <sup>1+</sup>				
As <sup>3+</sup>				

### Aplicación de la información

#### Actividad 3.4



En forma individual o colaborativa resuelva los siguientes cuestionamientos:

- En una fórmula química, el número que indica los átomos presentes en una molécula o en una celda unitaria se denomina:
  - Número de oxidación
  - Superíndices
  - Subíndices
  - Números atómicos
- Un grupo de átomos que actúan juntos, como si fueran un sólo átomo cargado, es un...
  - Ion poliatómico
  - Ion negativo
  - Molécula
  - Crystal
- Al número entero, positivo, negativo o cero, que se asigna a un elemento presente en una fórmula química, se le denomina:
  - Valencia
  - Número de oxidación
  - Número de coordinación
  - Subíndice
- Generalmente presentan estados de oxidación positivos, porque son menos electronegativos.
  - Metales
  - No metales
  - Metaloides
  - Gases nobles
- En una fórmula química representan cualitativamente a los elementos o a los átomos presentes en la molécula o unidad fórmula.
  - Subíndice
  - Coefficiente
  - Símbolo químico
  - Superíndice
- En la fórmula, 5 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> el número que se encuentra como coeficiente, es:
  - 5
  - 4
  - 2
  - 1
- Explica la importancia que tiene el número de oxidación en la construcción de fórmulas químicas.
 

---



---



---



## Autoevaluación

## Actividad 3.5

Analiza cada una de las preguntas iniciales de falso y verdadero y fundamenta tu respuesta.

Pregunta	Fundamentación
1. El número de oxidación de un elemento combinado con otro, es cero.	
2. La fórmula $H_2O$ expresa que la molécula de agua está constituida por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.	
3. En la fórmula $3 NH_4Cl$ el coeficiente es el 4.	
4. Al número entero positivo, negativo o cero que se asigna a cada elemento en un compuesto, se denomina número de oxidación.	
5. En la construcción de una fórmula química se escribe primero la parte negativa y enseguida la positiva.	
6. Los subíndices expresan el número de átomos de los elementos presentes en una molécula o unidad fórmula.	
7. El símbolo $Cl^-$ indica que el átomo de cloro ha tenido una reducción o pérdida de electrones.	
8. Una fórmula química sólo expresa la composición cualitativa de una sustancia.	
9. En una fórmula química, los coeficientes indican el número de moléculas o unidades fórmula; así como también el número de moles presentes de la sustancia.	
10. En una fórmula química la suma de cargas negativas y positivas siempre es mayor de cero.	

## Las sustancias iónicas: tipo de enlace, nomenclatura e importancia en la vida cotidiana

- Describe el tipo de enlace y nomenclatura de las sustancias inorgánicas iónicas.
- Formula y da nombre a sustancias inorgánicas iónicas, tales como, óxidos, hidróxidos, sales haloideas, oxisales e hidruros, con base a la nomenclatura apropiada.
- Valora la importancia de algunas sustancias iónicas en la vida cotidiana.



### Problematización

¿Cómo saber si una sustancia es iónica o covalente con sólo examinar su fórmula química?

---



---



---

### Actividad 3.6

Explora tus conocimientos previos, dando respuesta a las siguientes aseveraciones como falsas o verdaderas.

1. Los óxidos son compuestos iónicos que resultan de la unión de dos no metales.	F	V
2. Cuando un metal se combina químicamente con el oxígeno, se forman óxidos.	F	V
3. Una base de Arrhenius se describe como aquella sustancia que libera iones hidróxido al disolverse en agua.	F	V
4. Las bases se identifican porque tñen de rojo el papel tornasol azul.	F	V
5. Los óxidos básicos son óxidos metálicos y se denominan así, porque al reaccionar con el agua forman hidróxidos o bases.	F	V
6. El nombre común del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ es el de <i>cal apagada</i> .	F	V
7. KCl es la sal haloidea de mayor consumo diario.	F	V
8. El carbonato de calcio, $\text{CaCO}_3$ es el principal constituyente de las conchas marinas y el mármol.	F	V
9. El sulfato de calcio, $\text{CaSO}_4$ se conoce comúnmente como yeso.	F	V
10. En la nomenclatura Stock se usan prefijos y sufijos.	F	V

### Adquisición y organización de la información

### Actividad 3.7



En forma individual lee acerca de las sustancias iónicas su nomenclatura e importancia en la vida cotidiana, al final elabora una síntesis de la misma.

El tipo de enlace que prevalece en las sustancias iónicas, es el enlace iónico.

### Modelo del enlace iónico

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).



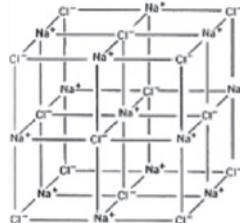
Este modelo permite explicar de manera sencilla la formación de los compuestos iónicos, como si sólo se unieran dos partículas de carga opuesta. Sin embargo, las interacciones no son unidireccionales, sino que forman redes con enlaces multidireccionales.



Cristal de NaCl (halita)



Modelo de un cristal de NaCl



Modelo de la red cristalina del cloruro de sodio.

**Fig. 3.2** Los niveles macroscópico (cristal de sal) y submicroscópico (modelo) del cloruro de sodio.

Las sustancias iónicas no forman moléculas, 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.

Las sustancias iónicas están constituidas por cationes y aniones. A excepción del ion amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), todos los cationes se derivan de átomos metálicos.

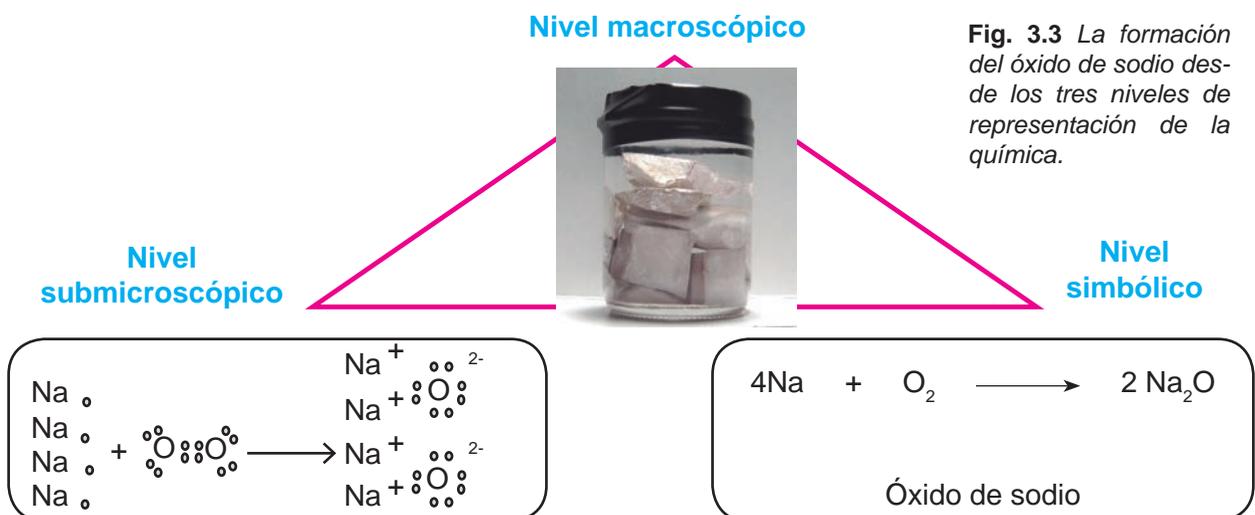
Los compuestos iónicos más simples son los compuestos binarios (que están formados por dos elementos), aquellos que se forman de la unión química de un metal con un no metal, ejemplo de ello, son las sales haloideas, los hidruros y los óxidos de cualquier catión metálico.

Existen compuestos iónicos ternarios y cuaternarios como los hidróxidos, las oxisales y algunas sales haloideas.

Es necesario precisar, que la nomenclatura binaria, parte del supuesto que todas las sustancias están constituidas por una parte positiva y otra negativa, así sean compuestos binarios, ternarios o cuaternarios. En este apartado revisaremos la nomenclatura de cada uno de estos tipos de sustancias iónicas.

### Óxidos básicos o metálicos

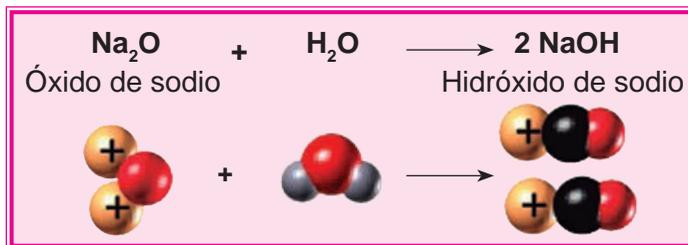
Los óxidos básicos o metálicos, son compuestos iónicos binarios que resultan de la combinación de un metal con el oxígeno. Por ejemplo, el óxido de sodio.



**Fig. 3.3** La formación del óxido de sodio desde los tres niveles de representación de la química.

Se denominan óxidos básicos porque al reaccionar con el agua forman hidróxidos o bases, o porque al reaccionar con los ácidos forman sales.

**Fig. 3.4** Nivel simbólico y sub-microscópico de la reacción de formación del hidróxido de sodio.



Para dar nombre a los óxidos básicos generalmente se utilizan dos tipos de nomenclatura, el método de Stock y la nomenclatura común.

### Nomenclatura IUPAC

La necesidad de contar con un sistema de nomenclatura a partir de la cual se pudiera nombrar la sustancia y determinar su composición a partir del nombre, llevó a los químicos a fundar en 1919 un organismo científico internacional al que denominaron, International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC, por sus siglas en inglés.

Las reglas emitidas por este organismo, aún cuando son recomendaciones, se aceptan por la comunidad científica, lo que facilita la comunicación entre los químicos.



**Fig. 3.5** Logotipo oficial de la IUPAC.

### Nomenclatura Stock

El sistema Stock forma parte de la IUPAC, se denominó así, en honor al químico alemán Alfred Stock (1876-1946).

En este sistema la carga del ion metálico se representa mediante un número romano el cual se coloca entre paréntesis después del nombre del metal, sólo si éste posee más de un número de oxidación. Este método es el más moderno y su uso tiende a generalizarse. Ejemplo: óxido de hierro (III),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

### Nomenclatura común o antigua

Hace algunos siglos, el número de sustancias era tan reducido que no había gran dificultad para su aprendizaje. Los nombres que se utilizaban para designarlas casi siempre se derivaban de sus propiedades, de sus aplicaciones o de su origen, por ejemplo, cal viva, cal apagada, yeso, piedra caliza, sales de Epsom, sosa cáustica, leche de magnesia, polvo de hornear, ácido muriático, etc., algunos de estos nombres aún se siguen utilizando.

Se conocen como nombres comunes, antiguos, triviales o tradicionales. En la actualidad se conocen casi 60 millones de sustancias entre orgánicas e inorgánicas, lo que hace más que evidente la imposibilidad de seguir utilizando este tipo de nombres y la necesidad de establecer un sistema que regule la forma de nombrar a las sustancias.

En 1892, en Ginebra, Suiza, por primera vez se establecieron las bases para regular la nomenclatura de los compuestos orgánicos, cosa que no sucedió con la nomenclatura de los com-

**Tabla 3.2** Nombres sistemáticos para iones metálicos.

Catión	Nombre del catión	Catión	Nombre del catión
$\text{Fe}^{2+}$	hierro (II)	$\text{Hg}_2^{2+}$	mercurio (I)*
$\text{Fe}^{3+}$	hierro (III)	$\text{Hg}^{2+}$	mercurio (II)
$\text{Cu}^{1+}$	cobre (I)	$\text{Au}^{1+}$	oro (I)
$\text{Cu}^{2+}$	cobre (II)	$\text{Au}^{3+}$	oro (III)
$\text{Pb}^{2+}$	plomo (II)	$\text{Co}^{2+}$	cobalto (II)
$\text{Pb}^{4+}$	plomo (IV)	$\text{Co}^{3+}$	cobalto (III)
$\text{Sn}^{2+}$	estaño (II)	$\text{Ni}^{2+}$	níquel (II)
$\text{Sn}^{4+}$	estaño (IV)	$\text{Mn}^{2+}$	manganeso (II)

\* Un dímero es una molécula compuesta de dos moléculas idénticas simples. Las moléculas  $\text{As}_2\text{O}_3$  y  $\text{P}_2\text{O}_5$  en realidad existen como  $\text{As}_4\text{O}_6$  y  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ .

puestos inorgánicos, ya que dependiendo del autor o de la situación se podían proponer varios métodos para nombrar a un mismo compuesto.

El método común es de los más antiguos y aún se utiliza para dar nombre a compuestos iónicos y covalentes, aunque la tendencia es al desuso. Se emplean terminaciones oso e ico, para distinguir a dos iones del mismo metal que tienen carga diferente. Para el ion metálico de mayor carga se usa la terminación -ico y -oso para el de menor. Ejemplo: óxido ferroso y óxido férrico.

Ejemplos:

Catión	Anión	Fórmula	Nombre Stock	Nombre común
Cu <sup>2+</sup>	O <sup>2-</sup>	CuO	Óxido de cobre (II)	Óxido cúprico
Al <sup>3+</sup>	O <sup>2-</sup>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Óxido de aluminio	Óxido de aluminio
Na <sup>+</sup>	O <sup>2-</sup>	Na <sub>2</sub> O	Óxido de sodio	Óxido de sodio
Mg <sup>2+</sup>	O <sup>2-</sup>	MgO	Óxido de magnesio	Óxido de magnesio
Fe <sup>2+</sup>	O <sup>2-</sup>	FeO	Óxido de hierro (II)	Óxido ferroso

**Tabla 3.3** Cationes comunes.

Catión	Nombre del catión	Catión	Nombre del catión
Fe <sup>2+</sup>	ion ferroso	Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	ion mercuroso*
Fe <sup>3+</sup>	ion férrico	Hg <sup>2+</sup>	ion mercúrico
Cu <sup>1+</sup>	ion cuproso	Au <sup>1+</sup>	ion auroso
Cu <sup>2+</sup>	ion cúprico	Au <sup>3+</sup>	ion áurico
Pb <sup>2+</sup>	ion plumboso	Co <sup>2+</sup>	ion cobaltoso
Pb <sup>4+</sup>	ion plúmbico	Co <sup>3+</sup>	ion cobáltico
Sn <sup>2+</sup>	ion estanoso	Ni <sup>2+</sup>	ion niqueloso
Sn <sup>4+</sup>	ion estánico	Ni <sup>3+</sup>	ion niquélico
Cr <sup>2+</sup>	ion cromoso	Mn <sup>2+</sup>	ion manganeso
Cr <sup>3+</sup>	ion crómico	Mn <sup>3+</sup>	ion mangánico

\* El ion Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup> (+Hg-Hg+) existe como dímero, es decir, se forma al unirse dos átomos de mercurio entre sí, de forma tal que cada ion se presenta como mercuroso.

Los iones metálicos que no tienen carga variable como los del grupo IA (Li<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Rb<sup>+</sup> y Cs<sup>+</sup>), IIA (Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Sr<sup>2+</sup>, Ba<sup>2+</sup> y Ra<sup>2+</sup>), IB (Ag<sup>+</sup>) y IIB (Zn<sup>2+</sup>), en la nomenclatura Stock, no es necesario explicitar su carga empleando números romanos.

### Aplicaciones de los óxidos básicos

Óxido básico	Nombre	Aplicaciones
BeO	Óxido de berilio	Se usa en los reactores atómicos como regulador de temperatura.
MgO	Óxido de magnesio	En la fabricación de ladrillos refractarios (para hornos) e instrumentos ópticos y talco.
CaO	Óxido de calcio	Se utiliza con mayor frecuencia en la construcción. Fabricación de acero y cemento. En el tratamiento de agua.
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Óxido de aluminio	En la fabricación de abrasivos, refractarios, cerámica y gemas artificiales.
Na <sub>2</sub> O	Óxido de sodio	Como blanqueador en la industria textil.
PbO	Óxido plumboso Óxido de plomo (II)	En la fabricación de acumuladores; elaboración de cerámica y vidrio.



**Fig. 3.6**  
Óxido de calcio  
(Cal viva)



**Fig. 3.7**  
Combustión  
de magnesio



**Fig. 3.8**  
Óxido de aluminio  
(alúmina)

## 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.

Para dar nombre a los hidróxidos se utilizan la nomenclatura común y la de Stock. Ejemplos.

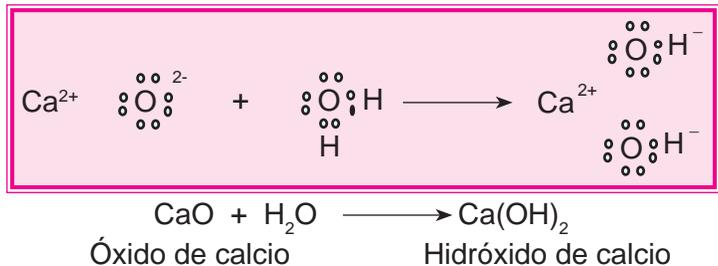


Fig. 3.9 Nivel simbólico que explica la reacción de formación del hidróxido de calcio.

Catión	Anión	Fórmula	Nombre Stock	Nombre común
Fe <sup>3+</sup>	OH <sup>-</sup>	Fe(OH) <sub>3</sub>	Hidróxido de hierro (III)	Hidróxido férrico
Hg <sup>2+</sup>	OH <sup>-</sup>	Hg(OH) <sub>2</sub>	Hidróxido de mercurio (II)	Hidróxido mercúrico
Li <sup>+</sup>	OH <sup>-</sup>	LiOH	Hidróxido de litio	Hidróxido de litio
Pt <sup>2+</sup>	OH <sup>-</sup>	Pt(OH) <sub>2</sub>	Hidróxido de platino (II)	Hidróxido platinoso

Los hidróxidos o bases son sustancias que en disolución acuosa presentan las siguientes características:

- Al disolverse en agua liberan iones hidróxido (OH<sup>-</sup>).
- 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 (LiOH), es un compuesto utilizado en la fabricación de jabón a base de litio, para limpiar grasas. Fue utilizado para eliminar el CO<sub>2</sub> en la cabina de la nave espacial Apolo, ya que al reaccionar con éste, se forma carbonato de litio.

El hidróxido de sodio (NaOH) también se utiliza en la fabricación de jabón y como destapacaños o quitacochambre en la cocina de los hogares y restaurantes.

El hidróxido de potasio (KOH) también se utiliza en la manufactura de jabones ligeros.

El hidróxido de calcio, Ca(OH)<sub>2</sub>, 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, Mg(OH)<sub>2</sub>, se utiliza como antiácido estomacal, laxante y para obtener Mg a partir de él. El hidróxido de aluminio Al(OH)<sub>3</sub>, mezclado con el hidróxido de magnesio son el principio activo del «Melox» utilizado como antiácido y antifatulento.

Los hidróxidos son bases, pero debe quedar claro que no todas las bases son hidróxidos. Se denominan así por la presencia del ion hidróxido (OH<sup>-</sup>) unido al ion metálico.



Fig. 3.10 En una titulación, para el vire o cambio de color se puede utilizar fenolftaleína.



Fig. 3.11 Papel tornasol rojo.

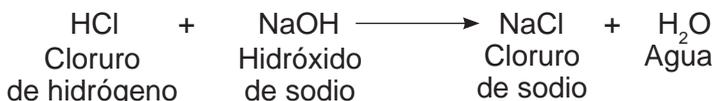


Fig. 3.12 Tabletas de melox.

## 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, H<sub>2</sub>S), ésta puede ser binaria ( NaCl, NaF) o ternaria (NaHS). Si la sal proviene de un ácido ternario (HCN, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, HClO, etc.), ésta puede ser ternaria (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) o cuaternaria (NaHSO<sub>4</sub>).

### Sales haloideas



Las sales haloideas mejor conocidas como haluros, son sales que se forman de la combinación de un hidrácido (binario o ternario) con una base. Estas sales no poseen oxígeno en su composición. Al dar nombre a los haluros, éstos siempre llevarán la terminación **uro**.

**Tabla 3.4** Aniones monoatómicos según su posición en la tabla periódica.

Grupo IVA(14)		Grupo VA(15)		Grupo VIA(16)		Grupo VIIA(17)	
C <sup>4-</sup>	Carburo	N <sup>3-</sup>	Nitruro			F <sup>-</sup>	Fluoruro
Si <sup>4-</sup>	Siliciuro	P <sup>3-</sup>	Fosfuro	S <sup>2-</sup>	Sulfuro	Cl <sup>-</sup>	Cloruro
				Se <sup>2-</sup>	Selenuro	Br <sup>-</sup>	Bromuro
				Te <sup>2-</sup>	Telururo	I <sup>-</sup>	Yoduro

Para dar nombre a las sales haloideas se puede utilizar la nomenclatura de Stock y la común.

Sin embargo, la nomenclatura que facilita más la construcción de nombres y fórmulas es la de Stock. Veamos algunos ejemplos.

Catión	Anión	Fórmula	Nombre Stock	Nombre común
Fe <sup>3+</sup>	(Cl <sup>-</sup> )	FeCl <sub>3</sub>	Cloruro de hierro (III)	Cloruro férrico
Hg <sup>2+</sup>	(Br <sup>-</sup> )	HgBr <sub>2</sub>	Bromuro de mercurio (II)	Bromuro mercúrico
Li <sup>+</sup>	(S <sup>2-</sup> )	Li <sub>2</sub> S	Sulfuro de litio	Sulfuro de litio
Pt <sup>2+</sup>	(F <sup>-</sup> )	PtF <sub>2</sub>	Fluoruro de platino (II)	Fluoruro platinoso

### Usos o aplicaciones de algunas sales haloideas en la vida cotidiana

El cloruro de sodio es una de las sales haloideas de mayor uso en la vida cotidiana. Se utiliza como conservador y condimentador de alimentos.

El yoduro de potasio se utiliza en microbiología para preparar la disolución de lugol. Encuentra aplicación como agente protector frente a exposiciones del yodo radiactivo, que tiende a acumularse en la glándula tiroides. Por ello, se recomienda ingerir tabletas de yoduro de potasio cuando existe contaminación radiactiva.

El cloruro férrico se utiliza como floculante en el tratamiento de aguas residuales. En electrónica se utiliza para producir placas de circuito impreso. El cobre se graba en la placa, cuando el cloruro férrico reacciona con el cobre dando cloruro ferroso y cloruro cúprico.

### Oxisales

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.



Las oxisales pueden ser: neutras, ácidas, dobles y básicas. En nuestro caso se pondrá énfasis en las oxisales neutras y sólo abordaremos algunas de las otras oxisales de mayor uso en la vida cotidiana.

Para dar nombre a las oxisales por el método Stock o común, 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 ( $\text{NO}_2^-$ ) se deriva del ácido nitroso,  $\text{HNO}_2$ , y el ion nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), del ácido nítrico,  $\text{HNO}_3$ .



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, con la terminación **oso** e **ico** si se utiliza la nomenclatura común, y el número de oxidación del metal entre paréntesis cuando se utiliza la nomenclatura de Stock.

Usos o aplicaciones de algunas sales haloideas en la vida cotidiana

El sulfato ferroso es una oxisal que se utiliza para tratar la anemia ferropénica e hipocrómica. Estimula la producción de hemoglobina, en grandes cantidades se usa como agente reductor en la reducción de cromatos en cemento.

El sulfato de bario se usa como medio de contraste radiopaco para examinar el esófago, el estómago y los intestinos. Funciona al recubrir el esófago, estómago o intestinos, es un material que no se absorbe en el cuerpo y permite que las áreas enfermas o dañadas puedan verse claramente mediante el examen de radiografías o tomografía computada.

El bicarbonato de sodio es utilizado como antiácido para aliviar la indigestión estomacal. Se utiliza además en repostería.

El fosfato de calcio se utiliza en la producción de ácido fosfórico y fertilizantes. Se utiliza en pastas dentales para favorecer la remineralización.

**Tabla 3.5** Tipos de oxisales.

Fórmula	Tipo de oxisal
$\text{CaSO}_4$	Oxisal neutra
$\text{Ca(HSO}_4)_2$	Oxisal ácida
$\text{Ca Na}_2(\text{SO}_4)_2$	Oxisal doble
$\text{Ca(OH)NO}_3$	Oxisal básica

**Tabla 3.6** Oxisales neutras.

Fórmula	Método Stock	Nombre común o trivial
$\text{CuSO}_4$	Sulfato de cobre (II)	Sulfato cúprico
$\text{Pb(SO}_4)_2$	Sulfato de plomo (IV)	Sulfato plúmbico
$\text{FeSO}_4$	Sulfato de hierro (II)	Sulfato ferroso

**Tabla 3.7** Oxianiones.

Nombre del radical	Radical	Nombre del radical	Radical
Hipobromito	$\text{BrO}^-$	Carbonato	$\text{CO}_3^{2-}$
Bromito	$\text{BrO}_2^-$	Bicarbonato	$\text{HCO}_3^-$
Bromato	$\text{BrO}_3^-$	Cromato	$\text{CrO}_4^{2-}$
Perbromato	$\text{BrO}_4^-$	Dicromato	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
Fosfato	$\text{PO}_4^{3-}$	Peryodato	$\text{IO}_4^-$
Fosfito	$\text{PO}_3^{3-}$	Yodato	$\text{IO}_3^-$
Sulfato	$\text{SO}_4^{2-}$	Permanganato	$\text{MnO}_4^-$
Sulfito	$\text{SO}_3^{2-}$	Silicato	$\text{SiO}_3^{2-}$
Hiposulfito	$\text{SO}_2^{2-}$	Nitrato	$\text{NO}_3^{1-}$
Perclorato	$\text{ClO}_4^-$	Nitrito	$\text{NO}_2^{1-}$
Clorato	$\text{ClO}_3^-$	Arsenato	$\text{AsO}_4^{3-}$
Clorito	$\text{ClO}_2^-$	Arsenito	$\text{AsO}_3^{3-}$
Hipoclorito	$\text{ClO}^-$	Borato	$\text{BO}_3^{3-}$

## Parodia al sulfato ferroso con música de la canción de Domingo Corrales.

Parodia compuesta e interpretada por el profesor Gilberto García en la década de los 70's dedicada a una de las sales que mayor uso encuentra en la medicina, para el tratamiento de casos de anemia hipocrómica y especialmente en mujeres embarazadas. La principal función de esta sal, es la estimulación de la producción de hemoglobina.

### Actividad 3.8



Indaga en diversas fuentes electrónicas o bibliográficas, los siguientes conceptos rescatados de la parodia del sulfato ferroso.

#### Sulfato ferroso

Sulfato ferroso andaba orgulloso  
luciendo sus propiedades  
era un gran compuesto  
sincero y honesto  
de aquellos que forman sales.

Tenía dos enlaces electrocargados  
más fuerza de van der Walls  
Por eso en el plasma  
como transferina  
buscaba los medulares.

Pero la cirrosis fueron su desgracia  
quien iba a pensarlo  
que en una aventura  
sulfato ferroso la vida perdiera.

Sulfato ferroso andaba gustoso  
las dietas se prolongaban  
desde su ampolleta  
gritaba imponente  
la sangre se hemolizaba.

La reina del cuerpo  
llamádase anemia  
que al verla le había gustado  
y supo borrarla sulfato ferroso  
con dosis en miligramos.

Pero la cirrosis fueron su desgracia  
quien iba a pensarlo  
que en una hipocromia  
sulfato ferroso la vida perdiera.

Q.F.B Gliberto García Ramírez  
Profesor de la Unidad Académica  
Preparatoria Central de la  
Universidad Autónoma de Sinaloa

- Fuerzas de Van der Waals \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Hemólisis \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Anemia \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Cirrosis \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Hipocromia \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## 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 recibe el nombre de hidruro.

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.

Al igual que los compuestos anteriores, los métodos para dar nombre a los hidruros iónicos son el de Stock y la nomenclatura común.

Tabla 3.8 Hidruros.

Fórmula química	Método de Stock	Nomenclatura común
LiH	Hidruro de litio	Hidruro de litio
PbH <sub>4</sub>	Hidruro de plomo (IV)	Hidruro plúmbico
AlH <sub>3</sub>	Hidruro de aluminio	Hidruro de aluminio

## Conozca más ...

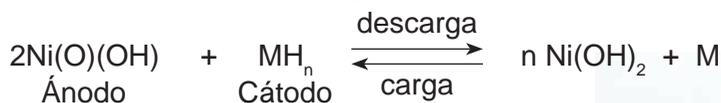
### Sobre los hidruros metálicos

La fácil absorción del  $H_2$  por el 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.

### Usos o aplicaciones de algunos hidruros metálicos

La mayoría de los hidruros se utilizan como agentes desecantes o deshidratantes de disolventes orgánicos. El hidruro de calcio se utiliza para eliminar agua al éter y tener éter seco, listo para llevar a cabo la formación del reactivo de grignard. Los hidruros metálicos se utilizan también como agentes reductores y en la síntesis de otros hidruros complejos.

Una pila o batería de níquel-metal hidruro o de níquel-hidruro metálico (Ni-MH) es un tipo de batería recargable que utiliza un ánodo de oxihidróxido de níquel ( $NiOOH$ ), como en la batería de níquel cadmio, pero cuyo cátodo es de una aleación de hidruro metálico. Esto permite eliminar el cadmio, que es muy caro y, además, representa un peligro para el medio ambiente. Asimismo, posee una mayor capacidad de carga.



Como cátodo se utilizan aleaciones de níquel ( $MH_n$ ) muy complejas, distinguiéndose principalmente dos tipos:  $AB_5$  y  $AB_2$ :

Donde A = La, Ce, Pr, Nd  
B = Ni, Co, Mn, Al



Fig. 3.13 Pila recargable de níquel-hidruro metálico.

Procesamiento de la información

**Actividad 3.9**



En forma individual o colaborativa resuelve los siguientes cuestionamientos.

1. Relaciona las siguientes sustancias iónicas con el tipo de función química a la que pertenecen.

Sustancia iónica	Función química	Relación
I. ZnO	a. Sal haloidea	
II. Zn(OH) <sub>2</sub>	b. Oxisal	
III. ZnSO <sub>4</sub>	c. Hidróxido	
IV. ZnH <sub>2</sub>	d. Óxido	
V. ZnCl <sub>2</sub>	e. Hidruro	

2. Completa la siguiente tabla con sus respectivas fórmulas y nombres de cada una de las sustancias iónicas.

Catión	Anión	Fórmula	Nombre Stock	Nombre común
Fe <sup>3+</sup>	O <sup>2-</sup>			
Hg <sup>2+</sup>	O <sup>2-</sup>			
Li <sup>+</sup>	O <sup>2-</sup>			
Pt <sup>2+</sup>	O <sup>2-</sup>			
Sn <sup>4+</sup>	O <sup>2-</sup>			
Ca <sup>2+</sup>	OH <sup>-</sup>			
Pb <sup>4+</sup>	OH <sup>-</sup>			
Na <sup>+</sup>	OH <sup>-</sup>			
Mg <sup>2+</sup>	OH <sup>-</sup>			
Al <sup>3+</sup>	OH <sup>-</sup>			
Cu <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>			
Co <sup>3+</sup>	S <sup>2-</sup>			
Ni <sup>2+</sup>	Br <sup>-</sup>			
Be <sup>2+</sup>	F <sup>-</sup>			
Sr <sup>2+</sup>	N <sup>3-</sup>			
Zn <sup>2+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>			
Cd <sup>2+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>			
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>			
K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>			
Ba <sup>2+</sup>	BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup>			
Ca <sup>2+</sup>	H <sup>-</sup>			
K <sup>+</sup>	H <sup>-</sup>			
Mg <sup>2+</sup>	H <sup>-</sup>			
Na <sup>+</sup>	H <sup>-</sup>			
Ni <sup>3+</sup>	H <sup>-</sup>			

## Aplicación de la información

**Actividad 3.10**

En forma colaborativa resuelva los siguientes cuestionamientos.

1. Completa la siguiente tabla con sus respectivas fórmulas a partir del nombre de cada una de las sustancias iónicas que se señalan.

Nombre común	Nombre Stock	Fórmula
Óxido ferroso	Óxido de hierro (II)	
Óxido mercuroso	Óxido de mercurio (I)	
Óxido de rubidio		
Óxido platínico	Óxido de platino (IV)	
Óxido estannoso	Óxido de estaño (II)	
Hidróxido de estroncio		
Hidróxido plumboso	Hidróxido de plomo (II)	
Hidróxido de litio		
Hidróxido de berilio		
Hidróxido de magnesio		
Cloruro cuproso	Cloruro de cobre (I)	
Sulfuro de plata		
Bromuro áurico	Bromuro de oro (III)	
Fluoruro de sodio		
Nitruro de calcio		
Nitrito de potasio		
Fosfito ferroso	Fosfito de hierro (II)	
Carbonato de magnesio		
Sulfito de cadmio		
Yodato de potasio		
Hidruro de aluminio		
Hidruro níqueloso	Hidruro de níquel (II)	
Hidruro de litio		
Hidruro de cadmio		
Hidruro de calcio		

2. Elabora un escrito donde valores la importancia que tienen las sustancias iónicas en la vida cotidiana. \_\_\_\_\_

---



---



---



---



---



## Autoevaluación

## Actividad 3.11

Analiza cada una de las preguntas iniciales de falso y verdadero y fundamenta tu respuesta.

Pregunta	Fundamentación
1. Los óxidos son compuestos iónicos que resultan de la unión de dos no metales.	
2. Cuando un metal se combina químicamente con el oxígeno, se forman óxidos.	
3. Una base de Arrhenius se describe como aquella sustancia que libera iones hidróxido al disolverse en agua.	
4. Las bases se identifican porque tiñen de rojo el papel tornasol azul.	
5. Los óxidos básicos son óxidos metálicos y se denominan así, porque al reaccionar con el agua forman hidróxidos o bases.	
6. El nombre común del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ es el de <i>cal apagada</i> .	
7. $\text{KCl}$ es la sal haloidea de mayor consumo diario.	
8. El carbonato de calcio, $\text{CaCO}_3$ es el principal constituyente de las conchas marinas y el mármol.	
9. El sulfato de calcio, $\text{CaSO}_4$ se conoce comúnmente como yeso.	
10. En la nomenclatura Stock se usan prefijos y sufijos.	

## Las sustancias covalentes: tipo de enlace, nomenclatura e importancia en la vida cotidiana.

- Describe el tipo de enlace y nomenclatura de las sustancias inorgánicas covalentes.
- Formula y da nombre a sustancias inorgánicas iónicas, tales como, óxidos básicos, hidróxidos, sales haloideas, oxisales e hidruros, con base a la nomenclatura apropiada.
- Formula y da nombre a sustancias inorgánicas iónicas, tales como, covalentes, tales como: anhídridos (óxidos ácidos), oxiácidos, hidrácidos e hidruros covalentes, con base a la nomenclatura apropiada.
- Reflexiona sobre los beneficios y riesgos que pueden ocasionar al ambiente, el uso de sustancias covalentes.



### Problematización

¿Sólo las sustancias covalentes están formadas por moléculas?

---



---

### Actividad 3.12

Explora tus conocimientos previos, dando respuesta a las siguientes aseveraciones como falsas o verdaderas.

1. La unión de dos o más átomos iguales o diferentes forman una molécula.	F	V
2. Las sustancias covalentes se forman por la unión de elementos no metálicos.	F	V
3. Los anhídridos u óxidos ácidos resultan de la combinación de un metal con el oxígeno.	F	V
4. Un ácido de Arrhenius se describe como aquella sustancia que libera iones hidrógeno al disolverse en agua.	F	V
5. Los óxidos ácidos al reaccionar con el agua forman hidróxidos.	F	V
6. Los hidrácidos son compuestos que resultan de la combinación del hidrógeno con los no metales de los grupos VIA (16) y VIIA (17).	F	V
7. El $\text{CO}_2$ y el $\text{CO}$ son los óxidos del cobalto.	F	V
8. El $\text{H}_2\text{SO}_4$ es el ácido de mayor importancia industrial para un país.	F	V
9. El $\text{NO}$ , es un óxido del nitrógeno que biológicamente tiene un efecto vasodilatador, la viagra libera este compuesto.	F	V
10. El $\text{HCl}$ es un hidrácido que el estómago secreta para ayudar a digerir los alimentos.	F	V
11. La nomenclatura que más debe ser utilizada por los científicos, es la común.	F	V

### Adquisición y organización de la información

### Actividad 3.13



En forma individual lee acerca de las sustancias covalentes, su nomenclatura e importancia en la vida cotidiana, al final elabora una síntesis de la misma.

El tipo de enlace que prevalece en las sustancias covalentes, es el enlace covalente.

## Modelo del enlace covalente

El término covalencia significa literalmente “*valencia compartida*” (así lo indica el prefijo “co”) y en efecto la covalencia se refiere a un tipo de enlace que se presenta cuando átomos no metálicos que tienen valores de electronegatividad iguales o muy cercanos se unen entre sí compartiendo sus electrones. En el siguiente ejemplo se muestra cómo 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 guion para representarlo. En la molécula de  $F_2$ , puede representarse como **F-F**.

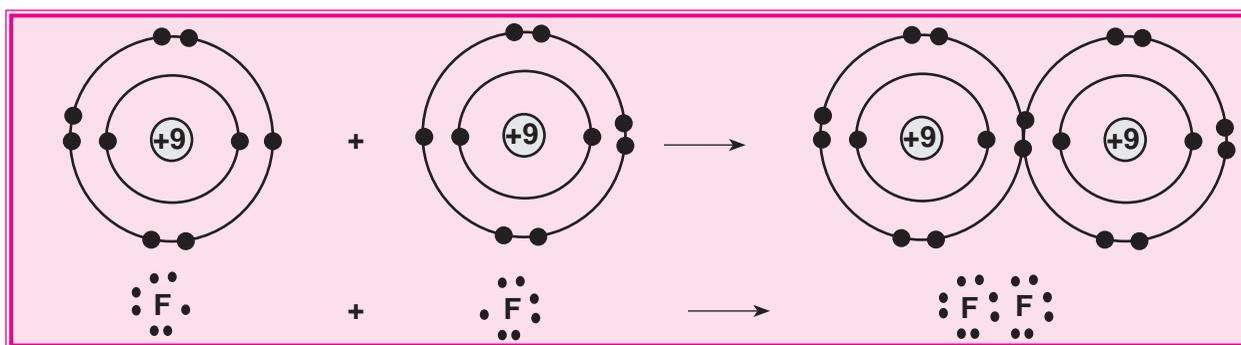


Fig. 3.14 Modelo del enlace covalente en la molécula de flúor.

El enlace covalente se define como la fuerza de atracción que resulta al compartir electrones entre dos átomos no metálicos. Esta idea fue propuesta en 1913 por Lewis, y sigue siendo un concepto fundamental en la comprensión del enlace químico.

Existen diferentes tipos de enlaces covalentes, estos son: simple (sencillo), doble, triple y coordinado. Estos a su vez pueden ser de naturaleza no polar o polar, dependiendo de la diferencia de electronegatividades entre los átomos que forman la molécula.

Las sustancias covalentes pueden presentar más de alguno de ellos en su estructura.

## Sustancias con enlace covalente simple o sencillo

El enlace covalente simple se forma por la unión de dos átomos de elementos no metálicos que comparten un par de electrones entre ellos, aportando cada átomo un electrón.

Al enlace covalente simple también se le conoce como enlace sigma ( $\sigma$ ) y es el primer enlace que se forma entre dos átomos.

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.

IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
— B —	— C —	N —	O —	F —
	— Si —	P —	S —	Cl —
				Br —
				I —

Fig. 3.15 Número de enlaces covalentes que pueden formar algunos átomos de elementos representativos.

A continuación revisaremos algunos ejemplos de sustancias con enlaces covalentes simples o sencillos, como los hidrácidos, los hidruros covalentes, haluros de boro, fósforo, nitrógeno y carbono.

## Hidrácidos

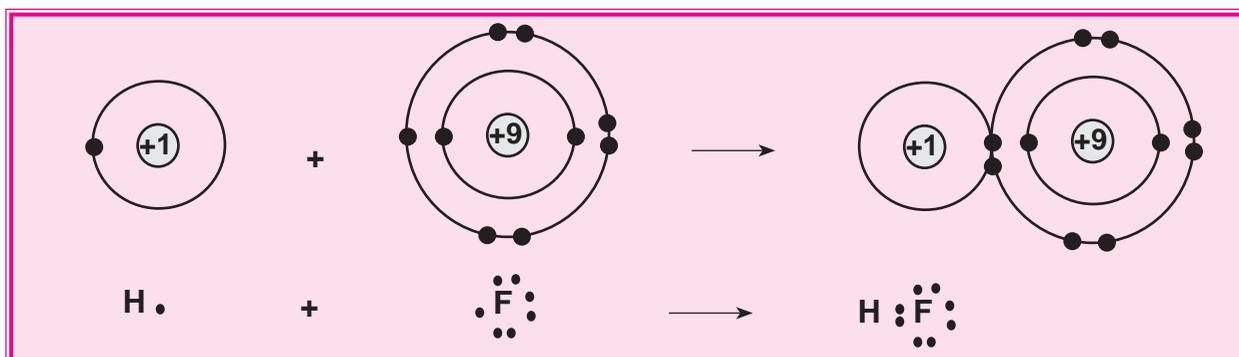
Los hidrácidos son generalmente compuestos binarios que resultan de la combinación del hidrógeno con los no metales de los grupos VIA (16) y VIIA (17). Sin embargo, existen hidrácidos ternarios, como el ácido cianhídrico o cianuro de hidrógeno, HCN, que presenta dos tipos de enlace covalente, uno simple y otro triple.

La reacción de formación de un hidrácido pertenece a las reacciones de síntesis o combinación directa.



## 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 que...

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.

Los hidrácidos se caracterizan porque al reaccionar con una base o metal dan lugar a las sales haloideas. Ejemplo:



## Nomenclatura de hidrácidos

Tradicionalmente a los hidrácidos se les nombra con la terminación hídrico, ya que al disolverse en agua forman disoluciones ácidas, debido a esa propiedad a estos compuestos se les da el nombre con el sufijo hídrico.

Pero cuando son gaseosos, se les nombra con la terminación uro.

Nombre	HCl	H <sub>2</sub> S
Nombre tradicional	Ácido clorhídrico	Ácido sulfhídrico
Nombre actual	Cloruro de hidrógeno	Sulfuro de hidrógeno

Por ejemplo, el HCl es un gas que se llama cloruro de hidrógeno, y a su disolución acuosa se le conoce como ácido clorhídrico.

Para expresar la fórmula de un ácido binario se acostumbra escribir primero el símbolo del hidrógeno, seguido del símbolo del segundo elemento no metálico, por ejemplo, HCl, HBr, H<sub>2</sub>S.

Los ácidos son sustancias que liberan iones hidrógeno, H<sup>+</sup>, al disolverse en agua. Se usa con frecuencia la misma fórmula para expresar los compuestos binarios de hidrógeno, como HCl, sin importar si están o no disueltos en agua.

**Tabla 3.9** Los hidrácidos de los grupos VIIA y VIA.

Fórmula	Nombre del ácido
HF	Ácido fluorhídrico
HCl	Ácido clorhídrico
HBr	Ácido bromhídrico
HI	Ácido yodhídrico
H <sub>2</sub> S	Ácido sulfhídrico
H <sub>2</sub> Se	Ácido selenhídrico
H <sub>2</sub> Te	Ácido telurhídrico

### ¿Sabías que...

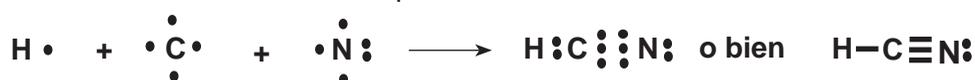
el estómago secreta un hidrácido fuerte?

El estómago secreta ácidos (ácidos digestivos o ácidos estomacales) para ayudar a digerir los alimentos. Estos ácidos, que incluyen el ácido clorhídrico, tienen una concentración aproximada de 0.1 M de H<sup>+</sup>. El estómago y todo el conducto digestivo están protegidos del efecto corrosivo de los ácidos por un recubrimiento de mucosa. En algunos casos se desarrollan agujeros en este recubrimiento, permitiendo que el ácido ataque el tejido subyacente. Estos agujeros se conoce como úlceras. Las úlceras pueden ser causadas, ya sea por la secreción de ácido en exceso o por la incapacidad del recubrimiento del tubo digestivo para resistir el ataque del ácido. Entre el 10 y el 20 % de los estadounidenses desarrollan úlceras en alguna etapa de su vida y muchos otros sufren indigestión o malestares digestivos ocasionales a causa de los niveles tan elevados de sus ácidos digestivos.

El tratamiento de estos problemas se enfoca con frecuencia a la neutralización de los ácidos digestivos a través de las sustancias llamadas antiácidos. Los antiácidos son sencillamente bases simples. Su capacidad para neutralizar los ácidos se debe a los iones hidróxido, carbonato o bicarbonato que tienen. Los ingredientes activos de algunos antiácidos populares, son: el alka-seltzer, NaHCO<sub>3</sub>; leche de magnesia, Mg(OH)<sub>2</sub>; melox, Mg(OH)<sub>2</sub> y Al(OH)<sub>3</sub>.

### 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. Como ya lo habíamos señalado el carbono y el nitrógeno forman un enlace covalente triple entre ellos.



### Usos o aplicaciones de algunos hidrácidos

El ácido fluorhídrico se utiliza como catalizador en la industria petrolera. En la fabricación de compuestos de uranio y en el grabado de vidrio.

El ácido clorhídrico se utiliza en la refinación de minerales.

Como limpiador de metales en el galvanizado. Está presente en el ácido estomacal (digestivo) y se utiliza además en el hogar como destapacaños y en la limpieza.

### ¿Sabías que...

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. Es utilizado como gas letal en las cámaras de gases de los Estados Unidos.

## Hidruros covalentes

El hidrógeno forma hidruros covalentes con los no metales y metaloides de los grupos 13 al 17, en condiciones adecuadas, exceptuando al aluminio que forma hidruros poliméricos,  $(\text{AlH}_3)_n$ , y el boro que forma dímeros.

Los hidrácidos y los hidrocarburos, así como el agua pueden ser clasificados como hidruros covalentes, pero se estudian por separado.

Los hidruros covalentes que abordaremos aquí, presentan estructuras sencillas, y un estado físico gaseoso, ejemplos:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{BH}_3$ ,  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{AsH}_3$ .

### Usos o aplicaciones de algunos hidruros covalentes

Los boranos son usados en síntesis orgánica. El 80% del amoníaco producido se utiliza como fertilizante. Tanto la fosfina como la arsina son venenosas. La exposición a la arsina provoca hemólisis y fallos renales. No existe antídoto para neutralizar la arsina, en caso de intoxicación grave los médicos recomiendan la transfusión de sangre. El metano se utiliza como fuente de energía o en la síntesis de otros compuestos. El silano se utiliza en la industria del vidrio para el depósito de láminas a base de silicio, sobre todo para la fabricación de los parabrisas atérmicos de los automóviles, los cuales dejan pasar la luz bloqueando por completo la radiación de calor. También se utiliza en la fabricación de células de paneles solares.

## Haluros covalentes

Otro ejemplo de sustancias con enlaces covalentes sencillos, son los haluros covalentes. Estas sustancias se forman de la combinación de un elemento no metálico como el boro, carbono, nitrógeno, fósforo y azufre, con otros elementos no metálicos como los halógenos.

Ejemplos de este tipo de compuestos, tenemos: el tricloruro de boro,  $\text{BCl}_3$ , tricloruro de fósforo,  $\text{PCl}_3$ , pentacloruro de fósforo,  $\text{PCl}_5$ , tetracloruro de carbono,  $\text{CCl}_4$ , trifluoruro de nitrógeno,  $\text{NF}_3$ , y el hexafluoruro de azufre,  $\text{SF}_6$ .

### Usos o aplicaciones de algunos haluros covalentes

El tricloruro de boro se utiliza en la fabricación de semiconductores como dopante para el silicio.

El tricloruro de fósforo es usado como reactivo en síntesis orgánica. Se le usa para convertir alcoholes primarios y secundarios en cloruros de alquilo, o ácidos carboxílicos en cloruros de acilo. El pentacloruro de fósforo se utiliza en herbicidas, insecticidas, plastificantes, aditivos de petróleo y retardantes de llamas. El tetracloruro de carbono se utiliza como disolvente orgánico. El trifluoruro de nitrógeno se utiliza en el grabado de plasma de obleas de silicio.

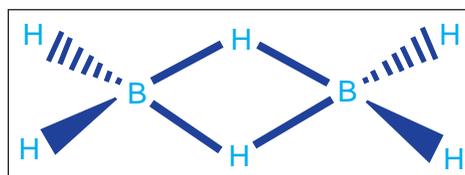


Fig. 3.16 La dimerización del borano.

Tabla 3.10 Hidruros covalentes.

Fórmula	Nombre común	Nombre IUPAC
$\text{BH}_3$	Borano	Trihidruro de Boro
$\text{CH}_4$	Gas del pantano	Metano
$\text{NH}_3$	Amoníaco	Azano
$\text{AsH}_3$	Arsina, Arsenamina	Arsano, Trihidruro de arsénico
$\text{SiH}_4$	Silano	Tetrahidruro de silicio
$\text{PH}_3$	Fosfina	Fosfano

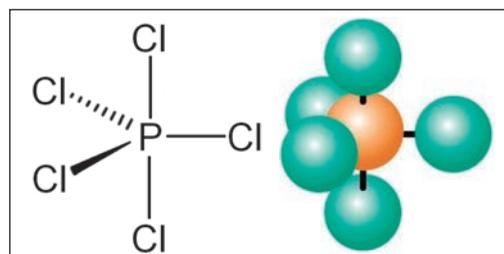


Fig.3.17 Modelos del pentacloruro de fósforo.

## Sustancias con enlaces covalentes dobles

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 ( $\pi$ ).

Ejemplo:

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.



Las sustancias covalentes que presentan en su estructura enlaces covalentes dobles, son los óxidos ácidos o anhídridos y los oxiácidos. Aunque existen entre ellos, algunas excepciones.

Las sustancias 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, los hidruros y haluros 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:

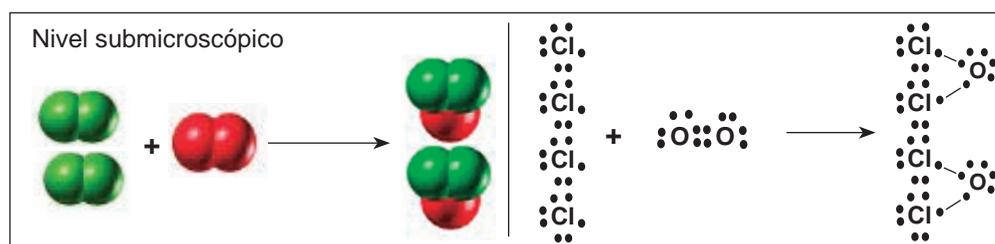


Fig. 3.18 Representación submicroscópica de la reacción de formación del anhídrido hipocloroso.

Obsérvese que en este ejemplo no se forman enlaces covalentes dobles, mas bien este es una de las excepciones.

Los anhídridos se caracterizan porque al reaccionar con el agua producen oxiácidos, por ejemplo:

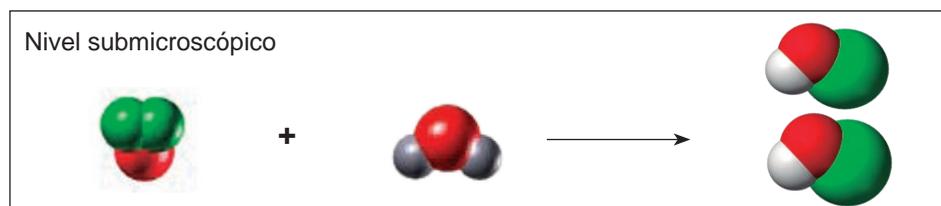
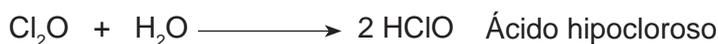


Fig. 3.19 Representación submicroscópica de la reacción de formación del ácido hipocloroso.

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 común, la de Stock y la del prefijo multiplicativo (descriptiva), estas dos últimas de la IUPAC.

### Nomenclatura común

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:

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 tabla de sufijos y prefijos.

No. de oxidación	Prefijo	Metal o metaloide	Sufijo
+1 +2	Hipo		oso
+3 +4	.....		oso
+5 +6	.....		ico
+7	Per		ico

Para dar nombre a los óxidos ácidos o anhídridos también se puede utilizar la nomenclatura Stock y la descriptiva.

### Nomenclatura descriptiva y de Stock

Este tipo de nomenclatura es mucho más fácil para nombrar o escribir la fórmula de un compuesto, dado que se utiliza prefijos que expresan la cantidad de átomos de cada elemento presentes en la molécula, por ejemplo: mono, di, tri, tetra, penta, hexa, hepta, octa, nona, deca, etc.

**Tabla 3.13** Nomenclatura Stock y descriptiva en anhídridos.

Anhídrido	Nomenclatura Stock	Nomenclatura descriptiva
$B_2O_3$	Óxido de boro (III)	Trióxido de diboro
$B_2O$	Óxido de boro (I)	Monóxido de diboro
$CO_2$	Óxido de carbono (IV)	Dióxido de carbono
$CO$	Óxido de carbono (II)	Monóxido de carbono
$N_2O$	Óxido de nitrógeno (I)	Monóxido de dinitrógeno
$N_2O_3$	Óxido de nitrógeno (III)	Trióxido de dinitrógeno
$N_2O_5$	Óxido de nitrógeno (V)	Pentaóxido de dinitrógeno

### Usos o aplicaciones de algunos hidruros metálicos

El monóxido de carbono,  $CO$ , el dióxido de azufre,  $SO_2$ , y el dióxido de nitrógeno,  $NO_2$ , se encuentran en el aire como unos de los contaminantes más peligrosos para el ser humano.



**Fig. 3.20** Es urgente reducir la emisión de contaminantes a la atmósfera, evita realizar fogatas.

**Tabla 3.11** Nombres comunes de anhídridos.

$B_2O_3$	Anhídrido bórico
$CO_2$	Anhídrido carbónico
$B_2O$	Anhídrido boroso
$CO$	Anhídrido carbonoso

**Tabla 3.12** Nombres comunes de anhídridos con más de dos números de oxidación.

$Cl_2^{+1}O^{-2}$	Anhídrido hipocloroso
$Cl_2^{+1}O_3^{-2}$	Anhídrido cloroso
$Cl_2^{+1}O_5^{-2}$	Anhídrido clórico
$Cl_2^{+1}O_7^{-2}$	Anhídrido perclórico

La presencia de éstos 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 parcial de gasolina en los automóviles, es uno de los mayores contaminantes del aire, capaz de provocar la muerte.

Anhídrido	Nombre	Usos o aplicaciones
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono	Se utiliza como agente extintor. En Industria alimenticia, se utiliza en bebidas carbonatadas para producir efervescencia. En su forma sólida se utiliza como refrigerante, al formar el llamado "hielo seco".
N <sub>2</sub> O	Monóxido de dinitrógeno	En la industria alimentaria se usa para hacer alimentos más espumosos (natas, yogures, etc.). Se utiliza también en combustiones de los motores convencionales o en cohetes. Es anestésico y propelente de aerosoles.
SiO <sub>2</sub>	Dióxido de silicio	Se utiliza como abrasivo, siendo el más usado por su bajo precio, se emplea en la fabricación de lijas, discos o bloques y vidrio. En la obtención de silicio y sus compuestos.
CO	Monóxido de carbono	Agente reductor en la producción de aceros. En la síntesis de muchos productos químicos incluyendo metanol, ácido acético, fosgeno, combustibles.
SO <sub>2</sub>	Dióxido de azufre	Se usa en la obtención del ácido sulfúrico. Como preservativo de alimentos, en la industria de vinos, como antifúngica. En la fabricación de vinos es importante añadir SO <sub>2</sub> para evitar la oxidación. Se utiliza como agente blanqueador en textiles, papel, aceite, etc.
NO	Monóxido de nitrógeno	En el sistema cardiovascular el óxido nítrico producido por el endotelio es el responsable de la respuesta vasodilatadora esencial para la regulación de la presión arterial, inhibe la agregación plaquetaria, disminuye los efectos dañinos de la aterosclerosis, protege contra la hipoxia pulmonar y controla la circulación colateral, participa en la fisiología de la erección del pene.
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trióxido de diboro	Se usa en la fabricación de vidrio resistente al calor (pyrex) y telas incombustibles.
As <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	Hexaóxido de tetraarsénico	En la fabricación de vidrio. Como insecticida y eliminación de roedores. Como preservativo de la madera.
TeO <sub>2</sub>	Dióxido de telurio	Se usa para colorear el vidrio.
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Pentaóxido de difosforo	Agente desecante, para secar productos químicos en el laboratorio y en la obtención de ácido fosfórico.
SeO <sub>2</sub>	Dióxido de selenio	Como antioxidante en la fabricación de aceites.

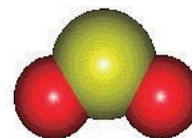
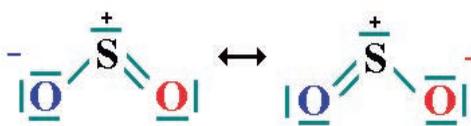
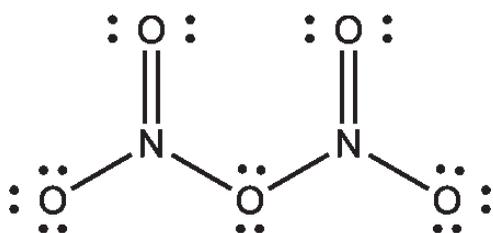


Fig. 3.21 Estructuras de Lewis del anhídrido nítrico y el anhídrido sulfuroso.

## Oxiácidos

La palabra ácido proviene del latín *acidus*, que significa agrio. Este término fue utilizado originalmente para referirse al vinagre.

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.

**Tabla 3.14** No metales y metaloides.

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, éste 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 o 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

## Usos y aplicaciones de algunos oxiácidos

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.



**Fig. 3.22**  
Etiqueta del frasco de ácido sulfúrico.

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.



Fig. 3.23 Ácido nítrico.

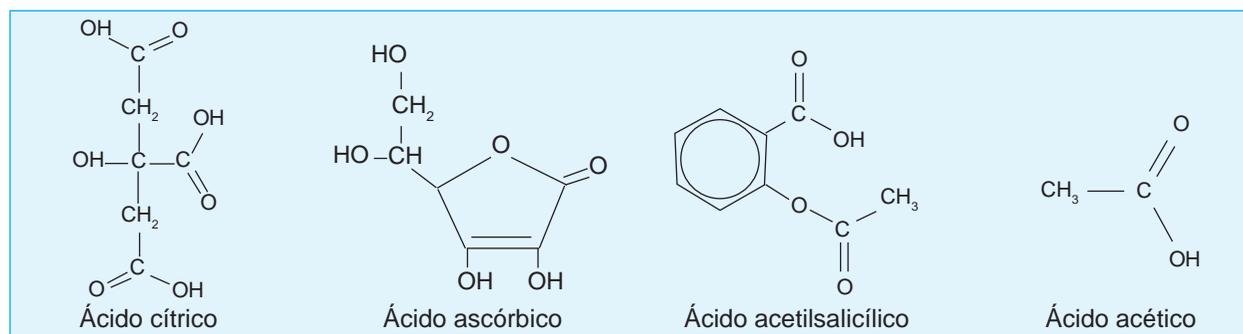


Fig. 3.24 Ácidos orgánicos.

### 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. Asimismo, 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,  $NaHCO_3$ .



Fig. 3.25 Ácido bórico.

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!

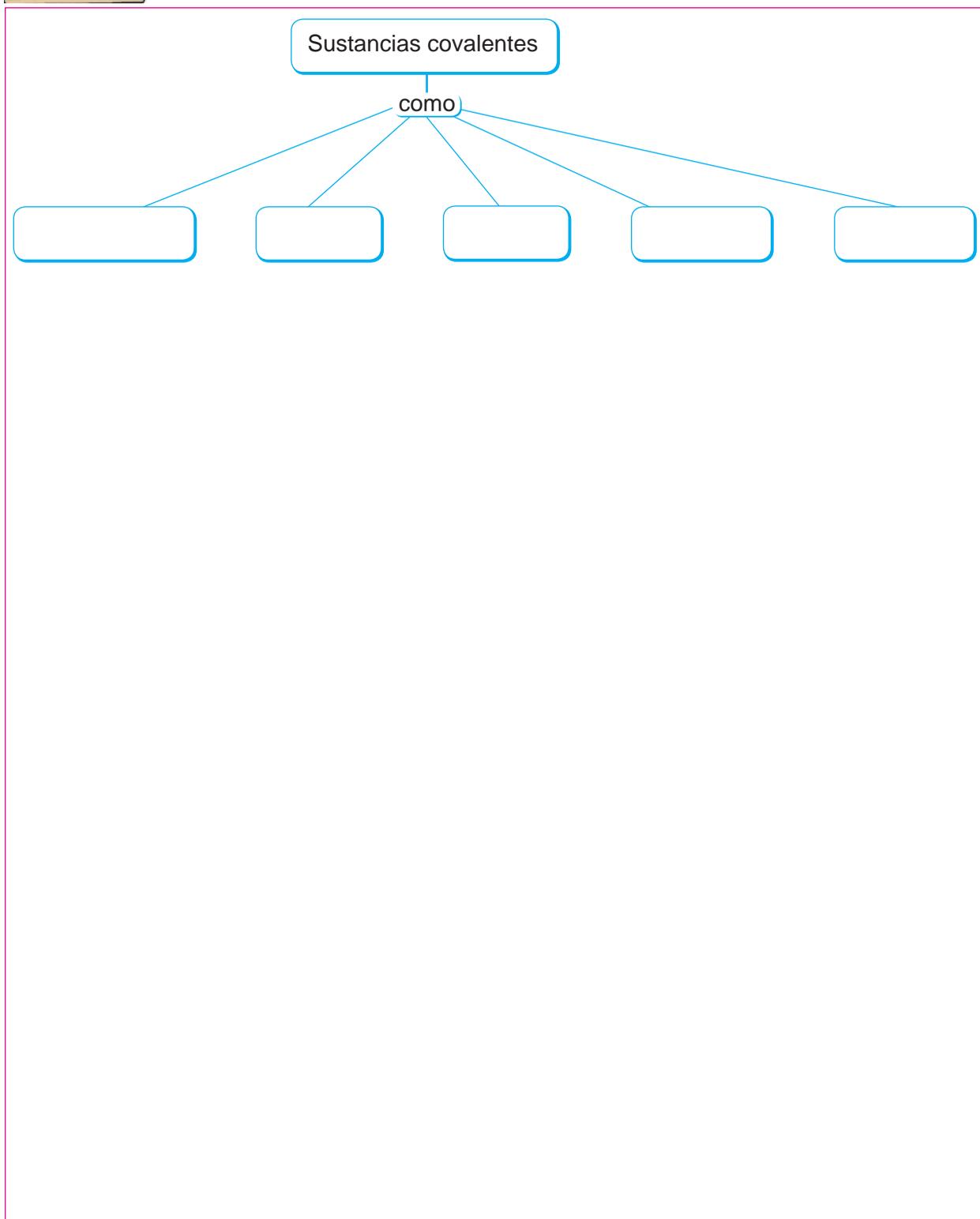
Esto significa que no debe agregarse agua al ácido porque al caer ésta se calienta y evapora violentamente, pudiendo salpicar partes de tu cuerpo. Por ello, lo que debe hacerse para preparar una disolución ácida, es añadir lentamente el ácido al agua.

## Procesamiento de la información

## Actividad 3.14



En forma individual o colaborativa elabora un mapa conceptual que rescate en gran medida los conceptos centrales acerca de las sustancias covalentes.



## Aplicación de la información

## Actividad 3.15



En forma colaborativa resuelva los siguientes cuestionamientos.

1. Aplica la información proporcionada sobre sustancias covalentes y completa la siguiente tabla escribiendo el nombre IUPAC y común, así como la fórmula de cada una de ellas.

Fórmula	N. Común	N. Descriptiva	N. de Stock
	Anhídrido hiponitroso		Óxido de nitrógeno (I)
NO			
			Óxido de nitrógeno (III)
NO <sub>2</sub>		Dióxido de nitrógeno	
	Anhídrido nítrico		
P <sub>2</sub> O	Anhídrido hipofosforoso		
		Trióxido de difósforo	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
	Anhídrido hipoarsenoso		
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Trióxido de diarsénico	
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Anhídrido arsénico		
SO		Monóxido de azufre	
	Anhídrido sulfuroso		
TeO		Monóxido de telurio	
	Anhídrido telúrico		
Cl <sub>2</sub> O			
Cl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Anhídrido cloroso		
Cl <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
		Heptaóxido de dicloro	
Br <sub>2</sub> O			
Br <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
	brómico		
Br <sub>2</sub> O <sub>7</sub>			
I <sub>2</sub> O		Monóxido de diyodo	
I <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
		Pentaóxido de diyodo	
I <sub>2</sub> O <sub>7</sub>			
SO	Anhídrido hiposulfuroso		
SO <sub>2</sub>		Dióxido de azufre	
		Trióxido de azufre	
	Anhídrido selénico		

2. Completa la tabla, según corresponda, con las fórmulas o nombres comunes de algunos oxiácidos y oxianiones(radicales), teniendo en cuenta que en los radicales las terminaciones oso e ico cambian por ito y ato.

Fórmula	Nombre del ácido	Radical	Nombre del radical
HBrO	Ácido hipobromoso	BrO <sup>-</sup>	Hipobromito
	Ácido brómico	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>	
HClO			Hipoclorito
	Ácido nitroso		Nitrito
HIO <sub>4</sub>		IO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
	Ácido carbónico		Carbonato
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>		SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	
	Ácido yódico		Yodato
HIO		IO <sup>-</sup>	
	Ácido perclórico		Perclorato
		AsO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	

3. Completa la tabla con los nombres que reciben los siguientes hidrácidos en estado gaseoso y en disolución.

Fórmula	En estado gaseoso	En disolución
HF		
HCl		
HCN		
HBr		
HI		
H <sub>2</sub> S		
H <sub>2</sub> Se		
H <sub>2</sub> Te		

4. Reflexiona y valora acerca de los beneficios y riesgos que pueden ocasionar al ambiente, el uso de sustancias covalentes como anhídridos, oxiácidos e hidrácidos.

---



---



---



---



---



## Autoevaluación

## Actividad 3.16

Analiza cada una de las preguntas iniciales de falso y verdadero y fundamenta tu respuesta.

Pregunta	Fundamentación
1. La unión de dos o más átomos iguales o diferentes forman una molécula.	
2. Las sustancias covalentes se forman por la unión de elementos no metálicos.	
3. Los anhídridos u óxidos ácidos resultan de la combinación de un metal con el oxígeno.	
4. Un ácido de Arrhenius se describe como aquella sustancia que libera iones hidrógeno al disolverse en agua.	
5. Los óxidos ácidos al reaccionar con el agua forman hidróxidos.	
6. Los hidrácidos son compuestos que resultan de la combinación del hidrógeno con los no metales de los grupos VIA (16) y VII A (17).	
7. El $\text{CO}_2$ y el $\text{CO}$ son los óxidos del cobalto.	
8. El $\text{H}_2\text{SO}_4$ es el ácido de mayor importancia industrial para un país.	
9. El $\text{NO}$ , es un óxido del nitrógeno que biológicamente tiene un efecto vasodilatador, la viagra libera este compuesto.	
10. El $\text{HCl}$ es un hidrácido que el estómago secreta para ayudar a digerir los alimentos.	
11. La nomenclatura que más debe ser utilizada por los científicos, es la común.	



### Autoevaluación de la unidad 3

#### Actividad 3.17

En forma individual elabora un mapa conceptual que rescate en gran medida las ideas centrales de esta unidad.

# Anexos

## El trabajo en el laboratorio

El trabajo experimental es una fuente importante de conocimiento, ya que implica problematizar, adquirir, procesar y aplicar la información, como medio de desarrollo de habilidades procedimentales y cognitivas, mismas que favorecen la formación de hábitos propios del espíritu científico.

En el laboratorio, se promueve el desarrollo de las siguientes competencias disciplinares del campo de las ciencias experimentales:

- Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.
- Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones.
- Valora las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas.

## Reglas de higiene y seguridad

La seguridad dentro del laboratorio es una de nuestras principales preocupaciones. Por ello, deberán tomarse en cuenta las siguientes disposiciones.

El laboratorio de química es un espacio donde se deben realizar trabajos con responsabilidad. Algunas de las reglas que deberás tomar en cuenta:

- Usar siempre bata, que te proteja de salpicaduras o derrames de sustancias tóxicas y corrosivas.
- Eliminar de la zona de trabajo artículos personales.
- Mantener el área de trabajo perfectamente limpia.
- Tener cuidado con el mechero, por la presencia de sustancias inflamables.
- Evitar ingerir alimentos y bebidas.
- No oler, ni probar las sustancias (si necesita oler abanique los gases con la mano).
- Leer etiquetas antes de usar los reactivos o sustancias.
- Realizar el experimento siguiendo el procedimiento planeado.
- Si calienta un líquido en un tubo de ensaye. Nunca oriente la boca del tubo hacia uno mismo o hacia un compañero.
- Nunca verter agua sobre ácidos concentrados, siempre agregar lentamente el ácido sobre el agua al mezclar.
- Si se desprenden gases durante un experimento, deberá realizarse bajo una campana de extracción o áreas ventiladas.
- Verter las sustancias altamente contaminantes en un contenedor. Si la sustancia es ácida o básica, deberá ser neutralizada antes de ser vertida al drenaje y dejar correr agua para diluir.
- Al término de la práctica lavar el material que se utilizó.

A manera de prevención, tenga a la mano y en buenas condiciones, para su uso inmediato, un botiquín con lo siguiente:

- Ácido acético al 2% o vinagre diluido 1:2 en agua.
- Ácido bórico al 1%
- Hidróxido de aluminio en gel o tabletas
- Solución de bicarbonato de sodio al 5%
- Carbón activado,
- Sulfato de magnesio (sal de Epsom)
- Petrolato líquido
- Sal común
- Leche en polvo
- Cobija (puede ser usada)
- Antídoto universal (mezcla de carbón activado, leche de magnesia y ácido tánico).



## Los primeros auxilios en el laboratorio

Debes conocer:

- Las técnicas de seguridad para el laboratorio.
- Dónde y cómo informar todo accidente, daño, lesión o derrame.
- El lugar donde está el equipo de los primeros auxilios.
- El teléfono.
- La oficina de la enfermería de la escuela.
- Los procedimientos para evacuar el laboratorio y/o la escuela.

Situación crítica	Respuesta emergente
Quemaduras leves	Sumergir la parte afectada en agua fría para evitar el dolor
Heridas o contusiones	Sigue las instrucciones incluidas en tu equipo de primeros auxilios que deberás tener en el laboratorio
Desmayos o colapsos	lleva a la persona donde haya aire fresco; haz que se acueste de manera que su cabeza esté más baja que su cuerpo; si es necesario, dale respiración artificial
Fuego y quemaduras	<p>Apaga todas las flamas y los mecheros de gas; envuelve a la persona en una frazada protectora contra el fuego; usa el extinguidor de incendios para apagar el fuego. No debes usar agua para extinguir un fuego, porque el agua puede reaccionar con las sustancias que están encendidas y puedes intensificar el fuego, en vez de apagarlo.</p> <p>En quemaduras de 1° y 2° grado no abiertas, aplique compresas de agua fría. En heridas y quemaduras de 3° grado lleve de inmediato al paciente al hospital más cercano. No use ungüentos.</p> <p>En caso de que las flamas envuelvan a una persona, cúbrala con una cobija y hágala rodar, si la ropa se ha adherido a la piel no intente desprenderla.</p> <p>En caso de quemaduras con sustancias químicas, deje correr abundante agua durante 15 minutos, lave con jabón la parte contaminada.</p> <p>Usa bicarbonato de sodio (<math>\text{NaHCO}_3</math>) para accidentes con ácidos fuertes.</p>
	
Materiales extraños en los ojos	Lava los ojos con mucha agua o usa la botella de lavado para ojos.
Intoxicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aleje al intoxicado del agente venenoso, acuéstelo boca abajo, voltee la cabeza hacia un lado, y jale su lengua hacia fuera</li> <li>• Obtenga atención médica lo antes posible.</li> <li>• Si la intoxicación es por la boca, debe tomar de 2 a 4 vasos de agua o inmediatamente induzca el vómito, insista hasta que el líquido expulsado esté limpio, trate de identificar el veneno para poder administrar el antídoto adecuado o el antídoto universal.</li> <li>• Si el daño es ocasionado en los ojos por salpicadura, lave con abundante agua (tibia si es posible) mantenga los párpados abiertos, deje correr el agua en la parte interna del ojo hacia el exterior, cubra con gasa estéril y solicite atención médica. Si el problema lo ocasiona un cuerpo sólido, no intente retirarlo, cubra el ojo y llévele al hospital.</li> </ul>
Sangrado severo	Aplica presión o una compresa directamente a la herida y consigue un médico inmediatamente.
Derrames y quemaduras con ácidos y bases	Lava el área con mucho agua: usa la ducha de seguridad

## ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 1

### Conocimiento y uso del material más común en el laboratorio

#### Competencia a desarrollar:

- Utiliza adecuadamente el material de uso común en el laboratorio, en la medición de ciertas magnitudes físicas, como la masa, peso, temperatura y volumen.

#### Actividades previas

1. Dibuja los materiales de uso más común en el laboratorio de química, menciona su nombre y aplicación: pinzas para tubo, gradilla, tubo de ensayo, mechero de Bunsen, soporte universal con aro, malla de alambre con asbesto, matraz Erlenmeyer, matraz Kitasato, matraz de destilación, matraz aforado, vaso de precipitado, embudo, embudo de separación, cápsula de porcelana, mortero con pistilo, termómetro, pipeta, probeta, bureta, pizeta, agitador de vidrio, balanza granataria, escobillón.
2. Indaga en diferentes fuentes, las siguientes propiedades físicas: punto de ebullición, punto de fusión, solubilidad, masa, peso y volumen. Además, establece las diferencias entre calor y temperatura, masa y peso.

#### Desarrollo de la práctica

Haciendo uso del material adecuado, realiza las siguientes mediciones:

- Determinación del punto de ebullición del agua.
- El número de gotas contenidas en un mililitro y el volumen que ocupa una gota de agua.
- El tiempo que tarda en disolverse una sustancia en forma pulverizada y en su forma compacta.

Te proponemos que utilices tu ingenio e iniciativa para el diseño de los experimentos a realizar en cada una de las mediciones así como el material a utilizar. Cuando haya riesgo en el manejo de alguno de estos materiales o sustancias, tu profesor te lo advertirá claramente.

#### Actividad No.1

##### Determinación del punto de ebullición del agua

1. ¿Qué materiales y sustancias utilizarás para llevar a cabo esta medición?

1. Materiales y sustancias	

¿A qué temperatura consideras que hierva el agua?

2. Hipótesis de trabajo

3. Diseña el experimento, dibuja el montaje y los materiales a utilizar.

### 3. Diseño experimental

--

Observaciones.

### 4. Registro de datos

--

5. Resultados.

¿Se confirmó tu hipótesis? Argumenta tu respuesta. \_\_\_\_\_

Al utilizar diferentes volúmenes de agua y repetir el proceso de medición, ¿encontraste alguna variación en el punto de ebullición del agua?

### 6. Conclusiones

--

Actividad 2

Medición del número de gotas contenidas en 1 mL de agua.

1. ¿Qué materiales y sustancias utilizarás para llevar a cabo esta medición?

### 1. Materiales y sustancias


¿Cuántas gotas estarán contenidas en 1 mL de agua? ¿Qué volumen ocupa aproximadamente una gota de agua?

### 2. Hipótesis de trabajo

--

Diseña tu propio experimento, dibuja el montaje que harías y los materiales que deberás utilizar.

### 3. Diseño experimental

--

**Observaciones.** Para el cálculo del número de gotas contenidas en un mL se recomienda realizar al menos cinco mediciones y calcular el promedio de ellas para minimizar el error.

### 4. Registro de datos

--

5. Resultados.

¿Se confirmó tu hipótesis? Argumenta tu respuesta.

---

¿Cuál es el promedio de gotas de agua contenidas en un mL de las mediciones realizadas?

---

¿Cuál es el volumen que ocupa aproximadamente una gota de agua?

---

### 6. Conclusiones

--

Actividad 3

Solubilidad de una sustancia en agua, en función de su superficie de contacto.

¿Qué materiales y sustancias utilizarás para llevar a cabo esta observación y medición?

### 1. Materiales y sustancias


¿Cuál esperas que se disuelva primero? ¿De qué manera influye en la solubilidad de una sustancia, el tamaño de la partícula?

### 2. Hipótesis de trabajo

--

Diseña el experimento, dibuja el montaje.

3. Diseño experimental	

Observaciones.

4. Registro de datos	
Tiempo de disolución	

5. Resultados.

¿Se confirmó tu hipótesis? Argumenta tu respuesta.

---

¿Qué otros factores afectan la solubilidad de las sustancias?

---

6. Conclusiones

## ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 2

Del conocimiento empírico al conocimiento científico

Competencia a desarrollar:

- Utiliza los niveles de representación de la química en la elaboración de sus hipótesis para explicar algunos de los fenómenos químicos que suceden en la vida diaria.

Actividades previas

- Indaga la composición química y propiedades de la cáscara de huevo, el vinagre y el agua. Investiga la reacción que se lleva a cabo al poner en contacto vinagre y carbonato de calcio.  
¿Qué materiales y sustancias utilizarás para llevar a cabo esta observación?

1. Materiales y sustancias	

Preguntas problematizadoras

- ¿Qué pasará si colocamos un huevo en agua y otro en vinagre?
- ¿Qué cambios macroscópicos se observan?

- ¿Cómo explicarías submicroscópicamente lo que sucede?  
 ¿Cómo representarías simbólicamente este cambio?  
 ¿Cómo clasificarías el tipo de cambio observado?

## 2. Hipótesis de trabajo

Diseña el experimento, dibuja el montaje y los materiales a utilizar.

## 3. Diseño experimental

Observa y registra lo que sucede en cada experimento diseñado.

## 4. Registro de datos

Huevo en agua	Huevo en vinagre

¿Se confirmaron tus hipótesis? Argumenta tu respuesta.

¿El huevo sumergido en vinagre, flotó? Si tu respuesta es afirmativa, a qué consideras tal fenómeno? ¿Observaste la formación de burbujas en el huevo colocado en vinagre? Si tu respuesta es afirmativa, a qué consideras tal fenómeno? ¿Qué fórmula química y nombre tiene la sustancia liberada? ¿Qué otros productos se forman en la reacción entre el vinagre y la cáscara de huevo? ¿Si en vez de utilizar vinagre se hubiera utilizado coca-cola, consideras que hubiera sucedido lo mismo?

## 5. Resultados

## 6. Conclusiones

### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 3

#### La densidad de los cuerpos materiales

##### Competencia a desarrollar:

- Mide la masa y el volumen de un cuerpo regular o irregular haciendo uso de los instrumentos adecuados, para determinar su densidad.

##### Actividades previas

1. Investigar los conceptos: masa, volumen y densidad, así como la forma de expresar las unidades de medición de estas magnitudes.



##### Preguntas problematizadoras

Al colocar dos bebidas de coca-cola en lata, una versión light y la otra normal, se observó que una de ellas flota y la otra se hunde. La respuesta frecuente del por qué una flota y la otra se hunde; es porque la que flota es light o ligera. Pero esa no es una respuesta satisfactoria. Elabora tu hipótesis y diseña el experimento. Explica, por qué una flota y la otra se hunde.



#### 1. Hipótesis de trabajo

--

Diseña el experimento y dibuja el montaje.

#### 2. Diseño experimental

--

¿Qué materiales y sustancias utilizarás para llevar a cabo el experimento?

#### 3. Materiales y sustancias


Observaciones.

#### 4. Registro de datos

--

## 5. Resultados.

¿Se confirmaron tus hipótesis? Argumenta tus respuestas.

---

---

---

¿Qué procedimiento utilizaste para medir el volumen total de cada lata?

---

---

---

¿Cuál es la densidad que determinaste para la lata de bebida light y la normal?

---

---

---

## 6. Conclusiones

## ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 4

Métodos de separación de mezclas

Competencia a desarrollar:

- Utiliza métodos físicos en la separación de mezclas, relacionando su importancia en el cuidado de la salud y el ambiente.

Actividades previas

1. Diferenciar los tipos de mezclas y métodos de separación.
2. Indagar qué métodos de separación se utilizan en algún proceso físico o químico de tu localidad.

Preguntas problematizadoras

¿Cómo separar el agua de un refresco de cola?

¿Cómo separar una mezcla de agua y aceite?

¿Cómo separar una mezcla de agua, arena, carbón y sal?

**Actividad 1.** Separación del agua de un refresco de cola.

¿Cómo separar el agua de un refresco de cola?

**1. Hipótesis de trabajo**

--

Diseña el experimento y dibuja el montaje.

**2. Diseño experimental**

--

¿Qué materiales y sustancias utilizarás para llevar a cabo el experimento?

**3. Materiales y sustancias**


Observaciones.

**4. Registro de datos**

--

**5. Resultados.**

¿Se confirmó tu hipótesis? Argumenta tu respuesta.

---

---

---

¿Qué problemas encontraste en el desarrollo de tu experimento?

---

---

¿Qué materiales consideras pueden ser sustituidos por otros en tu experimento?

---

---

## 6. Conclusiones

**Actividad 2.** Separación de una mezcla de agua y aceite.

¿Cómo separar una mezcla de agua con aceite?

### 1. Hipótesis de trabajo

Diseña el experimento y dibuja el montaje.

### 2. Diseño experimental

¿Qué materiales y sustancias utilizarás para llevar a cabo el experimento?

### 3. Materiales y sustancias




Diseña una secuencia de separación, indicando qué material se separa primero y quién al último, señalando el tipo de método utilizado.

## 2. Diseño experimental

¿Qué materiales y sustancias utilizarás para llevar a cabo el experimento?

## 3. Materiales y sustancias


Observaciones.

## 4. Registro de datos

5. Resultados.

¿Se confirmó tu hipótesis? Argumenta tu respuesta.

---

---

¿Qué problemas encontraste en el desarrollo de tu experimento? ¿Cómo los resolviste?

---

---

## 6. Conclusiones

--

## ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 5

Los cambios en las sustancias

Competencia a desarrollar:

- Utiliza los niveles de representación de la química para describir cambios físicos y químicos de su entorno, tales como la lluvia ácida, la combustión, entre otros.

Actividades previas

1. Diferenciar los tipos de cambios.
2. ¿Qué significado tienen para ti los siguientes términos? Combustión, indicador ácido-base, fenolftaleína, comburente, combustible, indicador natural.
3. ¿Cuáles son las propiedades de azufre y del dióxido de azufre?
4. ¿Cuáles son los componentes principales de una vela?
5. ¿Cómo y por qué se genera la lluvia ácida?

**Actividad 1:** Combustión de una vela

Preguntas problematizadoras

En la combustión de una vela, ¿cuál es el elemento comburente? ¿Cómo lo compruebas experimentalmente?

Si se le añade un poco de agua al plato donde se encuentra la vela en combustión, al cubrirla con un vaso de vidrio y apagarse, el agua penetra hacia el interior. ¿Cómo explicas este fenómeno?

### 1. Hipótesis de trabajo

--

Diseña el experimento y dibuja el montaje.

### 2. Diseño experimental

--

¿Qué materiales y sustancias utilizarás para llevar a cabo el experimento?

### 3. Materiales y sustancias


Observaciones.

### 4. Registro de datos

--

## 5. Resultados.

¿Se confirmaron tus hipótesis? Argumenta tus respuestas.

---

¿Qué cambios físicos y químicos observaste?

---

¿Qué problemas encontraste en el desarrollo de tu experimento? ¿Cómo los resolviste?

---



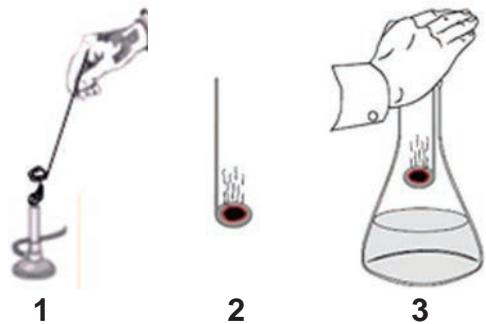
---

## 6. Conclusiones

### Actividad 2: Combustión del azufre y su relación con la lluvia ácida.

La presente imagen, muestra la secuencia de una actividad experimental:

La figura 1 y 2, representa la combustión del azufre en una cucharilla. La figura 3, un matraz con agua, debidamente tapado con la mano para que no escape el gas liberado. Un paso 4, no dibujado, consiste en introducir la cucharilla en el agua del matraz para finalizar la combustión y evitar más desprendimiento de gases tóxicos. Se retira la cucharilla y se coloca un tapón de hule, luego se agita el matraz, para que el gas reaccione con el agua.



### Preguntas problematizadoras

Se dice que los gases contaminantes como el dióxido de azufre, dióxido de carbono y los óxidos de nitrógeno al reaccionar con el vapor de agua, forman lluvia ácida. ¿Cómo identificar la presencia del ácido sulfúrico y por consiguiente la acidez del agua en el matraz? ¿Cómo comprobabas experimentalmente este cambio?

## 1. Hipótesis de trabajo

---



---



---



---

Diseña el experimento y dibuja el montaje.

## 2. Diseño experimental

--

¿Qué materiales y sustancias utilizarás para llevar a cabo el experimento?

## 3. Materiales y sustancias


Observaciones.

## 4. Registro de datos

--

Resultados.

¿Se confirmaron tus hipótesis? Argumenta tus respuestas.

---

---

¿Qué cambios físicos y químicos observaste?

---

---

¿Qué compuesto se produjo al reaccionar el azufre con el oxígeno? ¿Qué ecuación describe este proceso?

---

---

Al reaccionar con el agua el gas producido en la combustión, ¿qué compuesto se genera?

---

---

¿Qué problemas encontraste en el desarrollo de tu experimento? ¿Cómo los resolviste?

---

---

## 6. Conclusiones

**Actividad 3:** Formación de carbonato de calcio a partir de cal (óxido de calcio).

Preguntas problematizadoras

¿Qué compuesto se forma al hacer reaccionar el óxido de calcio (cal) con agua?

¿Cómo compruebas que en esta reacción se ha formado una nueva sustancia?

Si tomamos un poco del líquido, lo más transparente posible y borbotamos en él a través de un popote, ¿qué compuesto se forma? ¿cómo lo comprobarías experimentalmente?

## 1. Hipótesis de trabajo

Diseña el experimento y dibuja el montaje.

## 2. Diseño experimental

¿Qué materiales y sustancias utilizarás para llevar a cabo el experimento?

## 3. Materiales y sustancias


Observaciones.

#### 4. Registro de datos

5. Resultados.

¿Se confirmaron tus hipótesis? Argumenta tus respuestas.

---

---

¿Qué cambios físicos y químicos observaste?

---

---

¿Qué compuesto se produjo al reaccionar la cal con el agua? ¿Qué ecuación describe este proceso? ¿Cómo lo identificaste?

---

---

¿Qué tipo de gas exhalamos en la respiración, los seres humanos? ¿Qué compuesto se produjo al borbotear o burbujear el gas en el líquido?

---

---

¿Qué problemas encontraste en el desarrollo de tu experimento? ¿Cómo los resolviste?

---

---

#### 6. Conclusiones

## ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 6

### La luminiscencia del cascarón de huevo

#### Competencia a desarrollar:

- Explica el fenómeno de la fluorescencia que se manifiesta en algunas sustancias al ser excitadas mediante la corriente eléctrica.
- Identifica cationes metálicos presentes en una disolución a través del ensayo a la flama.

#### Actividades previas

Investigar en diferentes fuentes, los siguientes fenómenos: luminiscencia, fluorescencia, fosforescencia y electrólisis.

Lee con atención el siguiente cuento:

¡Un huevo, muy huevo!

En la tierra de huevolandia se lleva a cabo anualmente un concurso llamado ¡Qué huevo! Cada participante explica a qué se dedica y cómo beneficia a la comunidad.

Por ejemplo: el huevo de carnaval lleno de confeti, y pintado con una diversidad de colores, se identificó como el más alegre y divertido, ya que es el preferido por los jóvenes que les hacen bromas a sus compañeros.

El siguiente participante es el huevo de avestruz, caracterizado por ser el más grande y elegante, según manifiestan muchos cuyas casas son adornadas por él.

El huevo de pascua con un decorado especial. Era el más adornado y es buscado por la mayoría de los niños en la pascua.

En cuanto al huevo ranchero, nadie dudó que fuera él, pues portaba sombrero y botas. Entró haciendo alarde de su importancia en la mesa de cada hogar y con voz a cuello gritaba: “¡Yo soy un huevo muy huevo, lo digo yo!”. Con esa actitud, empuja al huevo de avestruz que no se movió de su posición, pero ocasionó una fractura en el huevo ranchero, cuyo contenido se derramó ocasionando que resbalaran todos, destruyendo así la escenografía.

Todos se levantaron lamentando el incidente, excepto el huevo ranchero que al caer quedó inconsciente, inmediatamente un médico que estaba en el evento lo atendió. Primero trató de restituir el volumen perdido, al administrarle una solución electrolítica y al no reaccionar le aplicó urgentemente un electroshock, emitiendo colores que maravillaron a todo el que lo observaba, surgiendo entre los presentes algunas preguntas.

#### Información

La cáscara del huevo es rígida y dura, pero frágil; está formada por una capa calcárea ( $\text{CaCO}_3$ ) y una cutícula. El conjunto cáscara-cutícula es permeable a los gases, permitiendo el intercambio gaseoso entre el embrión y la atmósfera externa. Se puede afirmar que el huevo es un alimento con un alto contenido nutricional, rico en proteínas, vitaminas y minerales. Sin embargo, para los propósitos de la presente actividad esencialmente interesa la porción no comestible del huevo: la cáscara.

El peso promedio de la cáscara del huevo de gallina es de 5.8 g, de los cuales el 94% en peso corresponde a carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), conocido también como calcita. Esta es una sustancia que puede presentar el fenómeno de fluorescencia.



Materiales	
Alambre de cobre	Alcohol de caña
Clavija	Agua destilada
Cinta aislante	Sal de cocina
Agujas de canevá	Huevos de cáscara gruesa
Un trozo de lija	2 vasos de plástico desechables de 20 mL
Tijeras	Una caja de cartón o madera color negro
Una cartera contenedora de huevo	Algodón
Jeringas de 20 mL	2 agujas #14 de venoclisis

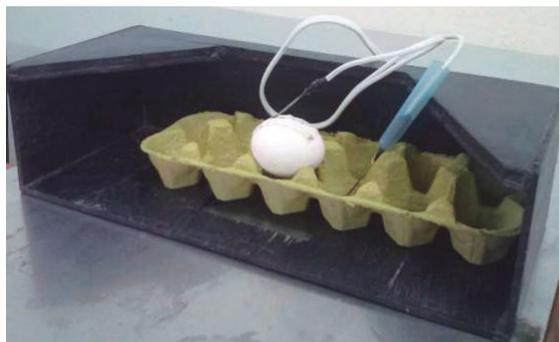
### Preguntas problematizadoras

El profesor realizará con la ayuda de algunos estudiantes el experimento que se describe abajo. Plantea una hipótesis acerca del color que se apreciará en la cáscara de huevo. Si cambiáramos la disolución electrolítica con una sal diferente, por ejemplo, yoduro de potasio o sulfato de cobre, ¿qué esperas que suceda?

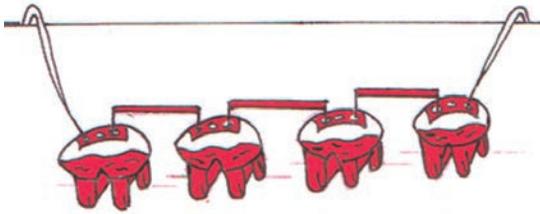
### 1. Hipótesis de trabajo

### Experimento

1. Se conecta la clavija en un extremo del alambre de cobre, en el extremo opuesto se adaptan las agujas de canevá una en cada filamento y se cubren con cinta aislante. Estas agujas funcionan como electrodos.
2. De la cartera de huevo se recortan los soportes individuales y se utilizan para sostener los huevos que se usarán en la experimentación.
3. En un vaso de plástico se prepara una solución de sal en agua al 10% en masa.
4. Se seleccionan los huevos cuidando que no tengan fracturas. La cáscara se seca y se limpia con un algodón con alcohol.
5. Se procede a perforar los huevos cuidadosamente, colocando una cinta adhesiva masking tape, usando primero la aguja delgada y después la de canevá.
6. A los huevos se les extrae su contenido (la clara y la yema) succionando con una jeringa con cuidado. Luego se enjuaga el cascarón procurando no dejar ningún residuo del contenido de este.
7. Ya que el cascarón quede totalmente limpio se inyectan 40 mL de la solución de sal de cocina en agua al 10%.
8. Se coloca el huevo con el electrolito en el soporte individual obtenido de la cartera de huevos y se introducen los electrodos procurando que estos no hagan contacto entre sí.
9. Finalmente se conecta a la corriente eléctrica de (110 Voltios). Se recomienda un espacio oscuro para observar la luminiscencia en la cáscara de huevo.



*Dispositivo para la luminiscencia del cascarón de huevo.*



Cascarones con electrolito conectados en un circuito en serie. Sin embargo, se puede utilizar un sólo cascarón en el circuito eléctrico.

Observaciones

La profesora Maribel Zavala Bejarano realizando el experimento de la luminiscencia de la cáscara de huevo.



#### 4. Registro de datos

Resultados

¿Se confirmaron tus hipótesis? Argumenta tus respuestas.

---



---

¿Qué color se observó al utilizar las diferentes disoluciones salinas? ¿Qué átomo es el responsable de dicho color?

---



---

¿Cómo influye la electricidad en la manifestación de este fenómeno?

---



---

¿Cómo explicar este fenómeno de luminiscencia desde el modelo de Bohr?

---



---

#### 6. Conclusiones

---



---



---



---



---

## ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 7

### Espectros a la flama

Competencia a desarrollar:

- Identifica cationes metálicos presentes en una disolución a través del ensayo a la flama.
- Ubica a los cationes identificados a la flama en la tabla periódica.

### Actividades previas

Investigar en diferentes fuentes, lo relacionado con espectros atómicos y los colores a la flama de diferentes cationes metálicos.

### Preguntas problematizadoras

Un grupo de estudiantes preparó diferentes disoluciones de cloruro de cobre, estroncio, bario, calcio, potasio, sodio y litio. Por descuido, no fueron etiquetados, ayuda a identificarlos mediante la prueba a la flama. Elabora tu hipótesis sobre los posibles cationes que le fueron asignados al equipo.



*Estudiantes realizando la práctica de espectros a la flama.*

#### 1. Hipótesis de trabajo

--

Diseña el experimento y dibuja el montaje.

#### 2. Diseño experimental

--

¿Qué materiales y sustancias utilizarás para llevar a cabo el experimento?

#### 3. Materiales y sustancias




## ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 8

### Conductividad eléctrica en las disoluciones

#### Competencia a desarrollar:

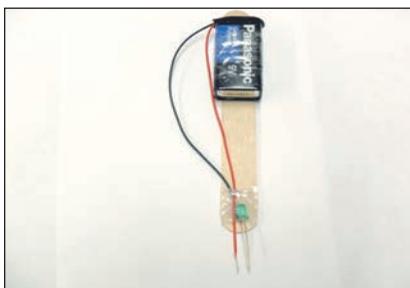
- Clasifica sustancias iónicas y covalentes, al hacer uso de la conductividad eléctrica como medio para identificar su tipo de enlace químico.

#### Actividades previas

Investigar en diferentes fuentes, los siguientes conceptos; enlace iónico, enlace covalente, enlace covalente polar, enlace covalente no polar, disolución, electrolito.

#### 1. Preguntas problematizadoras

La conductividad eléctrica es una propiedad que permite identificar y clasificar a las sustancias por su tipo de enlace químico. Las sustancias iónicas y las sustancias covalentes polares conducen la corriente eléctrica, pero las sustancias covalentes no polares no la conducen. Un estudiante construyó un aparato al que denominó conductímetro y con él pudo identificar qué sustancias o disoluciones conducían la corriente eléctrica. Te invitamos a que tu equipo construya el suyo, los materiales se muestran en las figuras de abajo.



¿Cuáles de las siguientes sustancias y disoluciones de sustancias, conducirán la corriente eléctrica: agua destilada, agua de la llave, disolución acuosa de cloruro de sodio, sulfato de cobre en disolución, etanol, sal sólida, azúcar sólida, parafina, salsa de soya, harina?

#### 2. Elabora tus hipótesis

Para cada una de las sustancias y disoluciones, elabora una hipótesis relacionando conductividad eléctrica con el tipo de enlace químico.

Cuerpo material	Hipótesis
Agua destilada	
Agua de la llave	
Disolución acuosa de cloruro de sodio	

Cuerpo material	Hipótesis
Disolución de sulfato de cobre	
Alcohol	
Sal sólida	
Azúcar	
Parafina	
Salsa de soya	
Harina	

¿Qué materiales y sustancias utilizarás para llevar a cabo el experimento?

3. Materiales y sustancias	

4. Observaciones y registro de datos.

Cuerpo material	¿Conduce la corriente eléctrica?	Tipo de enlace
Agua destilada		
Agua de la llave		
Disolución acuosa de cloruro de sodio		
Disolución de sulfato de cobre		
Alcohol		
Sal sólida		
Azúcar		
Parafina		
Salsa de soya		
Harina		

## 5. Resultados.

¿Se confirmaron tus hipótesis? Argumenta tu respuesta.

---

---

---

¿Qué problemas encontraste en el desarrollo de tu experimento? ¿Cómo los resolviste?

---

---

---

## 6. Conclusiones

# Instrumentos de evaluación

1. Instrumentos de evaluación para evaluar el curso  
a. Lista de cotejo para evaluar mapa conceptual

LISTA DE COTEJO										
Nombre del Docente		Asignatura		Química general						
Producto / Evidencia		Forma de evaluación								
Mapa conceptual		1. Heteroevaluación		2. Autoevaluación		3. Coevaluación				
Competencia Genérica Atributo	Criterios de aprendizaje	Indicadores	Sí (1)	No (0)	Puntos	Logro				
						Cumple		En desarrollo	No cumple	
						Excelente (9-10)	Bueno (8-9)	Suficiente (6-8)	Insuficiente (0-5)	
4.3	Identifica y evalúa las ideas clave en un texto o discurso oral e infiere conclusiones a partir de ellas.	Identifica ideas clave en un texto verbal y escrito, utilizando los lenguajes interdisciplinarios, académicos, científicos y tecnológicos.	Identifica y enlista ideas clave relacionadas con el curso de Química General utilizando para ello el lenguaje de la disciplina.							
5.2	Ordena información de acuerdo a categorías, jerarquías y relaciones.	Identifica y organiza la información en ideas principales y secundarias.	Organiza ideas clave relacionadas con el curso de Química General en ideas principales y secundarias.							
		Utiliza de manera pertinente los conectores apropiados.								
<b>Competencia disciplinar básica</b> 13. Relaciona los niveles de organización química, biológica, física y ecológica de los sistemas vivos.	Relaciona los niveles de organización química, de los sistemas vivos, teniendo en cuenta los componentes que los integran, su estructura e interacción.	Relaciona de manera coherente los niveles de organización química de los sistemas vivos.								
		Tiene en cuenta, los componentes químicos que integran a los seres vivos.								
		Tiene en cuenta la estructura de los componentes que integran a los seres vivos.								
		Tiene en cuenta las interacciones de estos componentes en los seres vivos.								
Retroalimentación			Calificación				Acreditación			
							Acreditado		No acreditado	

b. Lista de cotejo para evaluar el escrito reflexivo

LISTA DE COTEJO													
Nombre del Docente		Asignatura											
Producto / Evidencia		Escrito reflexivo								Forma de evaluación			
										1. Heteroevaluación		2. Autoevaluación	
Competencia Genérica Atributo	Criterios de aprendizaje	Indicadores	Sí (1)	No (0)	Puntos	Logro							
						Cumple		En desarrollo	No cumple				
						Excelente (9-10)	Bueno (8-9)	Suficiente (6-8)	Insuficiente (0-5)				
4.5 Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y expresar ideas, de manera responsable y respetuosa.	Utiliza las tecnologías de la información y la comunicación, como recurso para obtener información y expresar ideas de manera responsable y respetuosa.	Obtiene información haciendo uso de las Tics											
		Cita las fuentes consultadas.											
		Utiliza un solo estilo al citar.											
6.1 Selecciona, interpreta y reflexiona críticamente sobre la información que obtiene de las diferentes fuentes y medios de comunicación.	Selecciona e interpreta información de manera pertinente, relevante y confiable.	La información seleccionada es pertinente con el tema indagado.											
		Utiliza máximo tres fuentes actuales.											
		Las fuentes son apropiadas.											
		El documento presenta portada, introducción, desarrollo, conclusiones y fuentes utilizadas.											
		El escrito es claro y sin errores gramaticales y de ortografía.											
		Elabora como mínimo una cuartilla de texto principal.											

11.1 Asume una conciencia ecológica, comprometida con el desarrollo sustentable a nivel local, regional, nacional y planetario.	Analiza críticamente la problemática ambiental que afecta al desarrollo sustentable, a nivel local, regional, nacional o internacional.	Describe la problemática ambiental generada a nivel local, regional o internacional.  Analiza en forma crítica la problemática ambiental que afectan el desarrollo sustentable.									
11.3 Contribuye al alcance de un equilibrio entre los intereses de corto y largo plazo con relación al ambiente.	Identifica problemáticas ambientales que afectan el equilibrio ecológico, a partir de recuperar información fidedigna y actualizada.	Identifica una problemática ambiental y propone formas de solucionarla al recuperar información fidedigna y actualizada.									
<b>Competencia disciplinar básica</b> 1. Establece la interrelación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente en contextos históricos y sociales específicos.	Identifica la interrelación de la química con la tecnología y el ambiente, mediante el análisis de situaciones diversas en contextos culturales e históricos específicos.	Identifica la interrelación de la problemática ambiental detectada con la ciencia la tecnología, la sociedad y el ambiente.									
2. Fundamenta opiniones sobre los impactos de la ciencia y la tecnología en su vida cotidiana, asumiendo consideraciones éticas.	Identifica los beneficios y riesgos que genera el avance de la ciencia y la tecnología, en la sociedad y el ambiente, de manera clara y precisa.	Analiza de la problemática, cómo la aplicación de la ciencia y la tecnología en la sociedad, pueden mejorar o dañar el ambiente.									
Retroalimentación		Calificación	Acreditación								
			Acreditado	No acreditado							

c. Escala de rango para evaluar proyecto de ciencias

ESCALA DE RANGO/ESCALA DE VALORES																			
Nombre del docente					Asignatura														
Producto / Evidencia	Proyecto de ciencias				Forma de evaluación														
					1. Heteroevaluación		2. Autoevaluación	3. Coevaluación											
Competencia Genérica Atributo	Criterios de aprendizaje	Indicadores	Valoración (Indicadores)					Logro											
			E (10)	MB (8)	B (6)	I (5)	Puntaje	Cumple		En desarrollo	No cumple								
			E (9-10)	B (8-9)	S (6-8)	I (0-5)													
5.5 Elabora conclusiones y formula nuevas interrogantes, a partir de retomar evidencias teóricas y empíricas.	Elabora conclusiones a partir de identificar las ideas centrales en evidencias teóricas o al observar una evidencia empírica.	Elabora conclusiones a partir de evidencias teóricas o empíricas.																	
7.3 Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana.	Relaciona los conocimientos académicos con su vida cotidiana, especificando la aplicación conceptual disciplinar.	Relaciona los conocimientos de las disciplinas con la problemática o principio a trabajar en su proyecto inter o multidisciplinario.																	
8.1 Plantea problemas y ofrece alternativas de solución al desarrollar proyectos en equipos de trabajo, y define un curso de acción con pasos específicos.	Identifica alternativas de solución a problemas diversos, mediante una participación efectiva en equipos de trabajo.	Plantea y delimita su objeto de estudio.																	
		Participa de manera efectiva en el desarrollo del proyecto de ciencias.																	
8.3 Asume una actitud constructiva al intervenir en equipos de trabajo, congruente con los conocimientos y habilidades que posee.	Participa en equipos diversos, aportando sus conocimientos y habilidades.	Participa en el equipo aportando ideas congruentes y constructivas																	
		Evidencia al menos tres de las siguientes habilidades: organizar, diseñar, manipular, registrar y sistematizar la información del proyecto.																	
<b>Competencia disciplinar Básica</b> CDB.3. Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas.	Identifica problemáticas del contexto relacionadas con la química, formula preguntas y plantea hipótesis pertinentes, analizando las variables causales para responderlas.	Identifica problemáticas del contexto y las relaciona con la disciplina.																	
		Formula preguntas de carácter científico																	
		Plantea las hipótesis necesarias																	
		Analiza las variables causa efecto de la problemática																	

CDB.4. Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.	Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, relacionadas con la química, consultando fuentes relevantes y/o realizando experimentos, pertinentes.	Obtiene, registra y sistematiza información pertinente para responder a las preguntas científicas de su proyecto.										
		Consulta mínimamente tres fuentes relevantes para la fundamentación teórica.										
CDB.5. Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones.	Comunica conclusiones derivadas de la contrastación de los resultados obtenidos con hipótesis previas, a partir de indagaciones y/o actividades experimentales, relacionadas con la química, de acuerdo a los criterios establecidos.	Comunica sus conclusiones derivadas de la contrastación de los resultados obtenidos con las hipótesis previas, a partir de sus indagaciones y/o actividades experimentales.										
		Cumple con los criterios establecidos previamente para la elaboración del reporte.										
7. Hace explícitas las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos.	Explicita las nociones científicas que sustentan los procesos en la solución de problemas cotidianos, de manera clara y coherente.	Explicita las nociones científicas que sustentan su proyecto de manera clara y coherente.										
9. Diseña modelos o prototipos para resolver problemas, satisfacer necesidades o demostrar principios científicos.	Explica principios de la química y/o resuelve problemas del orden cotidiano, mediante el diseño y construcción de modelos o prototipos pertinentes, creativos e innovadores.	Explica principios de la química y/o resuelve problemas del orden cotidiano, mediante el diseño y construcción de modelos o prototipos pertinentes, creativos e innovadores en su proyecto.										
Retroalimentación			Calificación	Acreditación								
				Acreditado				No acreditado				

d. Lista de cotejo para evaluar el reporte de laboratorio

LISTA DE COTEJO									
Nombre del Docente			Asignatura						
Producto / Evidencia			Forma de evaluación						
Reporte de laboratorio			1. Heteroevaluación		2. Autoevaluación		3. Coevaluación		
Competencia Genérica Atributo	Criterios de aprendizaje	Indicadores	Sí (1)	No (0)	Puntos	Logro			
						Cumple		En desarrollo	No cumple
						Excelente (9-10)	Bueno (8-9)	Suficiente (6-8)	Insuficiente (0-5)
5.1 Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva en la búsqueda de nuevos conocimientos.	Sigue instrucciones cumpliendo con los procedimientos preestablecidos.	Realiza actividades previas a la práctica.							
		Sigue instrucciones y cumple con los procedimientos preestablecidos.							
		Cumple con los criterios preestablecidos para la elaboración del reporte.							
5.4 Construye hipótesis, diseña y aplica modelos para probar su validez. Establece hipótesis en forma clara y coherente.	Elabora hipótesis de manera clara y coherente.	Elabora hipótesis de manera clara y coherente.							
<b>Competencia disciplinar Básica</b> CDB.14. Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana.	Aplica normas de seguridad en la realización de actividades experimentales, relacionadas con la química, mediante el manejo adecuado de sustancias, instrumentos y equipo.	Utiliza bata							
		Tiene un manejo adecuado de sustancias, instrumentos y equipo.							
		No ingiere alimentos en el laboratorio.							
		Limpia el material y el área de trabajo.							
Retroalimentación			Calificación				Acreditación		
							Acreditado		No acreditado

## e. Lista de cotejo para evaluación de examen

LISTA DE COTEJO										
Nombre del Docente					Asignatura					
Producto / Evidencia	Examen	Forma de evaluación	Forma de evaluación							
			1. Heteroevaluación		2. Autoevaluación		3. Coevaluación			
Competencia Genérica Atributo	Criterios de aprendizaje	Indicadores	Reactivo	Ponderación	Acierto (0-1)	Puntaje	Logro			
							Cumple Excelente / Suficiente		No cumple Insuficiente	
4.1 Expresa ideas y conceptos mediante diversos sistemas de representación simbólica.	Identifica representaciones simbólicas de ideas y conceptos propios de cada campo disciplinar, de acuerdo a sus características epistemológicas.	Identifica sustancias, por su representación simbólica.	2							
		Identifica sustancias, por su representación submicroscópica o modelos.	2							
		Identifica sustancias, por su propiedades macroscópicas	2							
5.3 Identifica las regularidades que subyacen a los procesos naturales y sociales, indagando además los estados de incertidumbre que generan dichos procesos.	Identifica las regularidades e incertidumbres de los procesos sociales y naturales considerando las particularidades de cada uno de estos.	Identifica las regularidades e incertidumbres que se presentan en el modelo mecano cuántico.	2							
		Identifica las regularidades e incertidumbres que se presentan en la tabla periódica.	2							
CB6. Valora las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas.	Identifica de manera sistemática las preconcepciones personales y comunes, sobre diversos fenómenos naturales, relacionados con la química, con evidencias científicas.	Identifica de manera sistemática las preconcepciones sobre fenómenos físicos.	2							
			2							
		Identifica de manera sistemática las preconcepciones sobre fenómenos químicos	2							
			2							
10. Relaciona las expresiones simbólicas de un fenómeno de la naturaleza y los rasgos observables a simple vista o mediante instrumentos o modelos científicos.	Relaciona de manera coherente las expresiones simbólicas de un fenómeno químico, con los rasgos observables a simple vista o mediante instrumentos o modelos científicos.	Relaciona de manera coherente un fenómeno químico mediante el uso de expresiones simbólicas.	2							
		Relaciona de manera coherente un fenómeno químico haciendo uso de modelos teóricos.	2							
		Relaciona de manera coherente un fenómeno químico por sus propiedades macroscópicas.	2							
Retroalimentación			Calificación	Acreditación						
				Acreditado		No acreditado				

## Bibliografía

- Bentor, Yinon. Chemical Element .com >>[http:// www. chemicalelements.com/](http://www.chemicalelements.com/)
- Brady , J. E. y Huminston G. E. (1992). Química Básica. Principios y Estructura 2ª. edición, México:Limusa.
- Brown, T., LeMay, H.E., Bursten, B. E. (2004). Química: La Ciencia Central, 7ª. edición, México:Pearson. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
- Burns R., A. (2004). Fundamentos de Química 1. México: Pearson.
- Castillejos, A. (2007) Conocimientos fundamentales de química.Vol. II. Pearson-educación-UNAM, México.
- Chan, M.E. y Tiburcio, A. (2000) Guía para la elaboración de materiales orientados al aprendizaje autogestivo, Innova, U de G.
- Chang, R. (2007) Química. China.Mc Graw Hill.
- Choppin, G., Summerlin, L.R. (1976). Química, México. Publicaciones Cultural S.A.
- Cruz, D.; Chamizo, J. y Garritz, A. (1991) Estructura atómica. Un enfoque químico. E.U.A. Addison-Wesley Iberoamericana,
- Cruz G., J. y Milán G., J. O. (1999). Química Inorgánica. Plan Piloto. Dirección General de Escuelas Preparatorias, Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Cruz G. J., Osuna, S. M., Valdez, A. S., Ávila, G.G., et al (2000) Reactivos de Química Inorgánica. Dirección General de Escuelas Preparatorias, Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Cruz G., J. et al (2005). Química Inorgánica. Dirección General de Escuelas Preparatorias, Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Chang, R. (1999). Química. 4a edición, México, McGraw Hill.
- Dingrando, L.et al (2005). Química, materia y cambio, Colombia: Mc. Graw Hill.
- Daub, G. William y Seese, William S.. (1996). Química, 7ª. edición, México. Prentice Hall.
- Emsley, J. (1989) The elements, USA, Oxford University Press.
- Enciclopedia Encarta 2002/CNRI/Sciencie Source/ Photo Researchers,Inc.
- García, H., e Irazoque, G. (1996) Química I . México: DGETI-SEP.
- Garritz, A. y Chamizo, J. A. (1994). Química. E.U.A.: Addison-Wesley Iberoamericana.
- Garritz, A. y Chamizo, J.A. (1988) Antología de Química. México. COSNET-SEP
- Garritz, A., Gasque L., Martínez A. (2005). Química Universitaria. Pearson, México.
- Gillespie, R. et al (1989) Chemistry. Allyn and Bacon, USA.
- Hein, M., Arena, S. (1997) Fundamentos de Química. México. International Thomson Editores
- Hein, M., (1992) Química. México. Grupo Editorial Iberoamericana.
- Herrera, G. (2013) El gran colisionador de hadrones. México. Editorial UAS.
- Hill, J. W. y Kolb, D. K..(1999). Química para el nuevo milenio, 8ª. edición, México:Pearson Prentice Hall
- Housecroft, C. E., Sharpe, A. G. (2006) Química Inorgánica. 2da edición, España: Pearson.
- Johnstone, A.H. (1982) Macro and micro chemistry. School Science Review, 64 (227), pp. 377-379.
- Kotz, J.C.et al (2005). Química y reactividad química, 6ª. Edición, México: Thomson
- Diccionario esencial Química (2006) Larousse. México
- McQuarrie and Rock (1985) Descriptive Chemistry.W.H. Freeman and Company, USA.
- Manual para el maestro. México. ITESO.
- Malone, L. J., (1999). Introducción a la Química, 2ª. edición, México:Limusa
- Martínez, E. (2006) Química 1. México. International Thomson Editores
- Martínez, R. et al (2005) Química un proyecto de la ACS. America chemical Society, España.
- Marzano, R.J. y Pickering, D. J. (1999) Dimensiones del aprendizaje
- Ortiz, N. y Ortiz, E. (1995) Enciclopedia Gran Atlas Visual , tomo Química-Física, México:Thema.
- Pauling, Linus. (1977). Química General, 10ª. edición, Madrid:Ediciones Aguilar, S.A.

- Phillips., Strozak., Wistrom (1999). Química. Conceptos y aplicaciones. 1ra. Edición, México: Mc. Graw Hill.
- Pinto, G. et al (2006) Química al alcance de todos, Pearson, Alhambra, España.
- Pollard, J. and Talanquer, V. (2005) Interactive Digital Overheads: Dynamic teaching tools for the chemistry classroom. *The Chemical Educator*. 10, 36.
- Silverstein, K. (1999). El extraño caso del chico radiactivo. México: Selecciones del Reader's Digest. Mayo.
- Smoot/Price/Smith.(1988). Química un curso moderno. México. Mc Graw-Hill
- Sosa, P. (2005) Buscando coherencia en la estructura básica de la química. Una propuesta pedagógica. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra, VII Congreso.
- Talanquer, V.(2006) Propiedades emergentes: Un reto para el químico intuitivo. *Educ. quim.* 17, 315.
- Taylor, G.J. (1981) La nueva Física, México: Alianza Universidad
- Timberlake, K. C. (1997). Química introducción a la química general a la orgánica y a la bioquímica. Quinta edición, México. Oxford University Press Harla,
- Valenzuela, C. (1999). Introducción a la Química Inorgánica. España: Mc. Graw Hill.
- Veron, M. and Talanquer. V. (2007). Classification schemes used by chemistry students to identify chemical substances. *International Journal of Science Education*. 29(5), 643.
- Zumdahl, S. S. (1993). Fundamentos de Química. México. McGraw-Hill/interamericana.

Páginas electrónicas consultadas:

- [http://www.cneq.unam.mx/material\\_didactico/material\\_didactico.html](http://www.cneq.unam.mx/material_didactico/material_didactico.html)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Mapa\\_conceptual](http://es.wikipedia.org/wiki/Mapa_conceptual)
- <http://members.tripod.com/plinios/materiales.htm>
- <http://www.sindominio.net/aluned/estudios/Mapas.html>
- <http://tochtli.fisica.uson.mx/fluidos%20y%20calor/Novedades/Quinto%20Estado.htm>
- [http://www.fq.profes.net/archivo2.asp?id\\_contenido=38122](http://www.fq.profes.net/archivo2.asp?id_contenido=38122)
- <http://www.cas.org/cgi-bin/regreport.pl>
- <http://www.landsil.com/Fisica/Materia1.htm>
- [http://www.visionlearning.com/library/module\\_viewer.php?mid=57&l=s](http://www.visionlearning.com/library/module_viewer.php?mid=57&l=s)
- [http://www.fq.uh.cu/dpto/qi/nelson/enlace\\_web/solidos\\_web/solidos\\_web/solidos\\_moleculares.htm](http://www.fq.uh.cu/dpto/qi/nelson/enlace_web/solidos_web/solidos_web/solidos_moleculares.htm)
- <http://newton.cnice.mec.es/1eso/materia/elementos2.html>
- <http://rubistar.4teachers.org>

*Créditos de fotografías utilizadas en el libro:*

- <http://clipart.com.es>
- <http://cablemodem.fibertel.com.ar/germanick/Desarrollado/SANYOCR123a.jpg>
- [www.fq.uh.cu/webeco/sulfato\\_cobre.htm](http://www.fq.uh.cu/webeco/sulfato_cobre.htm)
- [http://nautilus.fis.uc.pt/wwwqui/figuras/fig\\_compostos14.html](http://nautilus.fis.uc.pt/wwwqui/figuras/fig_compostos14.html)
- [www.asturnatura.com/azufre](http://www.asturnatura.com/azufre)
- <http://madpeople07.blogspot.com/clorox>
- <http://www.prof.uniandes.edu.co/~infquimi/ANALISIS/espectrofotometria/especfiguras.htm>
- [www.genciencia.com/images/Nitrogeno\\_liquido.jpg](http://www.genciencia.com/images/Nitrogeno_liquido.jpg)
- [www.windows.ucar.edu](http://www.windows.ucar.edu)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Ox%C3%ADgeno>
- <http://www.insa-col.org/sites/url/Camilo/Im%20genes/Resonancia%20Magn%20etica.jpg>
- [www.alfonzorivas.com/imgproduct/vinagreta.jpg](http://www.alfonzorivas.com/imgproduct/vinagreta.jpg)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Arqu%C3%ADmedes>
- <http://ichn.iec.cat> (cloruro de sodio halita) <http://ichn.iec.cat/bages/geologia/Imatges%20Grans/chalita.htm>
- [http://www.intek-uk.com/SiliconePCB\\_WEBwhite.jpg](http://www.intek-uk.com/SiliconePCB_WEBwhite.jpg)

**QUÍMICA GENERAL**, un enfoque en competencias, se terminó de imprimir en el mes de agosto de 2015 en los talleres gráficos de SERVICIOS EDITORIALES ONCE RÍOS, Río Usumacinta No. 821, Col. Industrial Bravo, Tel. 712-29-50.  
Culiacán, Sinaloa.

La edición consta de 22,000 ejemplares.