



# QUÍMICA

Jacqueline García Ballesteros



# QUÍMICA



# QUÍMICA

Jacqueline García Ballesteros



García Ballesteros, Jacqueline  
Química / Jacqueline García Ballesteros, Bogotá: Universidad Santo Tomás, 2023.

53 páginas; Cuadros, gráficos y tablas

Incluye referencias bibliográficas (página 53)

E-ISBN: 978-958-782-628-9

1. Tabla periódica (Química) 2. Cálculo 3. Educación-Preuniversitaria 4. áreas del conocimiento I.  
Universidad Santo Tomás (Colombia).

CDD 540.071

CO-BoUST

© Jacqueline García Ballesteros, autora, 2023

© Universidad Santo Tomás, 2023

Ediciones USTA

Bogotá, D. C., Colombia

Carrera 9 n.º 51-11

Teléfono: (+571) 587 8797, ext. 2991

editorial@usta.edu.co

<http://usta.edu.co>

Corrección de estilo:

María Carolina Suárez Sandoval

Diagramación y diseño de cubierta:

Patricia Montaña D.

Hecho el depósito que establece la ley

E-ISBN: 978-958-782-628-9

Primera edición, julio 2023

Universidad Santo Tomás

Vigilada MinEducación

Reconocimiento personería Jurídica:

Resolución 3645 del 6 de agosto de 1965,

MinJusticia

Acreditación Institucional de Alta Calidad

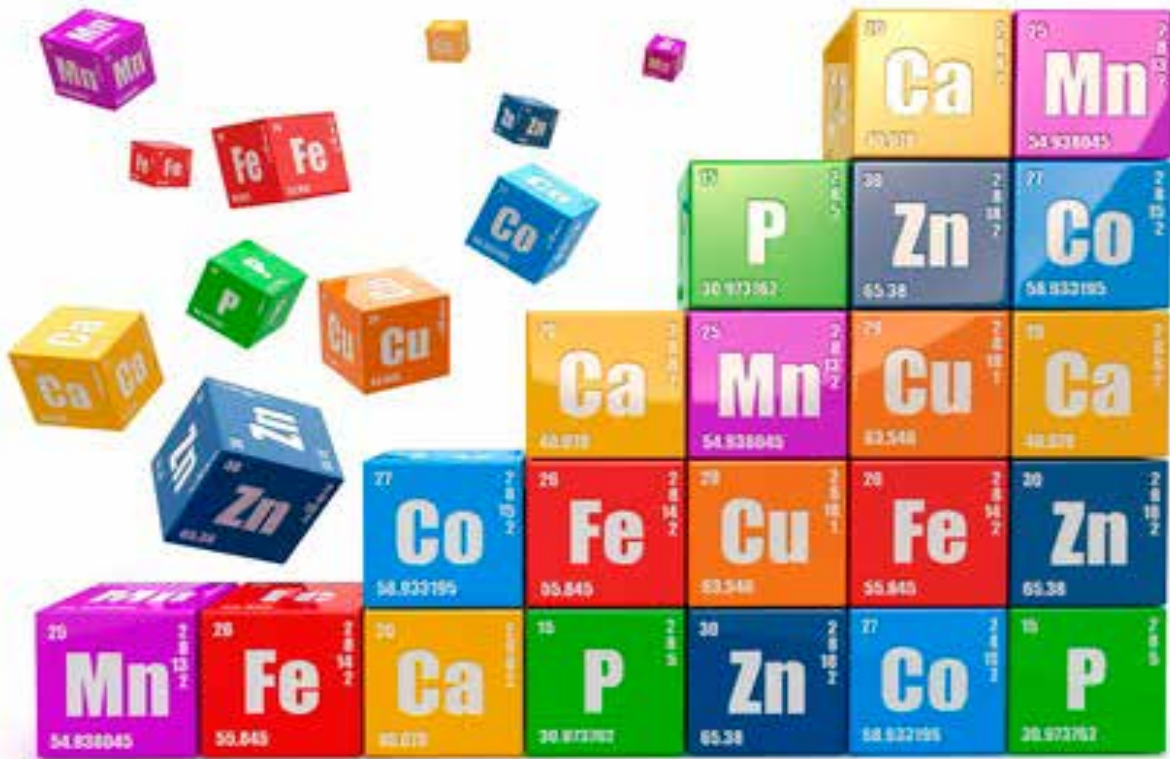
Multicampus: Resolución 014525 del 28 de julio  
de 2022, 8 años, MinEducación

*Se prohíbe la reproducción total o parcial  
de esta obra, por cualquier medio, sin la  
autorización expresa del titular de los derechos.*

# CONTENIDO

Presentación	9
¿A quién va dirigida?	9
¿Por qué?	9
Presentación del autor	11
Perfil profesional	11
Formación	11
Presentación de la asignatura para el preuniversitario	13
Introducción	15
Propósitos del curso	17
General	17
Específicos	17
Metodología	19
Sesión 1. Cálculos químicos	21
Material de enseñanza	21
Actividades formativas	22
Sesión 2. Configuración electrónica: tabla periódica	25
Material de enseñanza	25
Actividades formativas	26
Sesión 3. Enlace químico	31
Material de enseñanza	31
Actividades formativas	32

<b>Sesión 4. Reacciones químicas: balanceo</b>	<b>37</b>
Material de Enseñanza	37
Actividades formativas	40
<b>Sesión 5. Estequiometría</b>	<b>43</b>
Material de enseñanza	43
Actividades formativas	44
<b>Sesión 6. Seminario separación de mezclas: determinación de pH. Práctica de laboratorio</b>	<b>47</b>
Material de enseñanza	47
Actividades formativas	49
<b>Referencias</b>	<b>53</b>



**Figura 1.** Pared de los cubos con la tabla periódica de los elementos

Fuente: Maksym Yemelyanov (s. f.).



# Presentación

## ¿A quién va dirigida?

¡El programa de Estudios Dirigidos puede ser para ti!

Este programa está diseñado para jóvenes que quieren entrar a la universidad, sin haber definido aún la carrera que quieren estudiar.

## ¿Por qué?

La educación es un proceso bastante complejo de formación permanente, personal, cultural y social, que implica una gran responsabilidad y se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, por lo que esta formación no puede ni debe dejarse aisladamente en manos de la universidad, de la familia, o de la comunidad, por el contrario se hace necesaria la integración de estos tres.

En la búsqueda de la calidad de la educación, es importante identificar y cualificar todos los procesos que contribuyan a la realización plena del individuo y a la satisfacción de las necesidades e intereses de la comunidad, pues esto permitirá brindar alternativas de solución a los problemas educativos.

Es por esto que, para justificar el quehacer de la formación transversal en la universidad, se hace necesario mencionar parte de la conceptualización de la formación integral contemplado en el Proyecto Educativo Institucional (PEI) de la Universidad Santo Tomás (USTA).

Por lo tanto, la constitución de un preuniversitario generará un impacto sobre las áreas que tienen mayor relevancia en el desarrollo académico para su ingreso a la educación superior, pues los aspirantes requieren de una preparación adecuada para la mejor selección de su profesión, igualmente en la continua demanda de profesionales en las diferentes áreas del conocimiento que desde hace varias décadas la universidad ha puesto al servicio de la industria, de la comunidad y del país.



# Presentación del autor

## Perfil profesional

Jacqueline García Ballesteros es docente del Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Santo Tomás, con experiencia en la enseñanza de Química, Bioquímica y Biología, con sus respectivas prácticas de laboratorio a nivel de básica secundaria y universidad. Amplia experiencia en la elaboración de cartillas y manuales para desarrollar prácticas de laboratorio; excelente manejo de grupos con amplia capacidad de liderazgo y desarrollo de competencias actitudinales y laborales.

Examinadora del Icfes, durante treinta años, con conocimientos en el área de jefe de salón, coordinador de salones, delegado y coordinador de municipio.

Actualmente se desempeña como docente del Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Santo Tomás en el área de Química y Biología, y Pensamiento Lógico.

11

## Formación

Licenciada en Ciencias de la Educación y especialista en Química y Biología por la Universidad de la Salle y magíster en Docencia de la Química por la Universidad Pedagógica Nacional.



# Presentación de la asignatura para el preuniversitario

El aprendizaje del espacio académico de Química General para el preuniversitario está basado en la resolución de problemas, para lograrlo, el docente en su práctica se comporta como mediador y conductor del aprendizaje, propiciando y diseñando estrategias pedagógicas y didácticas que favorezcan la comprensión y el adecuado desempeño por parte de los alumnos; las cuales se llevarán a cabo de acuerdo a el desarrollo de los temas, la disposición y el avance en los procesos académicos del grupo.

La química es una ciencia en constante crecimiento que descubre procesos, e intenta saber el por qué y el funcionamiento de estos procesos; tiene muchas aplicaciones a nivel escolar, profesional, médico, etc. De ahí la importancia de incluir la química general en el preuniversitario por sus múltiples aplicaciones, además desarrolla capacidades de pensamiento divergente por la naturaleza de la ciencia como tal, lo que permite aproximar a los estudiantes al modo en que piensan los científicos, y busca identificar y proponer alternativas de solución a problemas químicos y medioambientales.

¿Cree usted que la química es una ciencia que tiene aplicación a diversos ámbitos de la vida diaria, laboral, industrial, del medioambiente y la medicina?

¿Considera usted útiles los cálculos matemáticos en la resolución de ejercicios y problemas relacionados con el aprendizaje de la química?

¿Cree usted que la química, al ser una asignatura científica, le puede ayudar a pensar y resolver problemas de manera similar a como lo hacen los científicos?



# Introducción

La química es tan antigua como la humanidad, ha recorrido un largo camino desde que el hombre descubrió la fermentación de las frutas y los efectos que tenían en su organismo al consumirlas; la elaboración del pan y el queso por el uso de levaduras y enzimas que causaban la transformación de los alimentos; la obtención de aleaciones para hacer mejores armaduras y armas para la guerra; pasando por el periodo de la alquimia, durante el cual murieron muchos científicos e investigadores por probar las sustancias que obtenían y queriendo descifrar cómo se constituían las sustancias y cómo se podían transformar; hasta la época actual, donde el avance científico y tecnológico a nivel armamentista ha llevado a la humanidad a la manipulación de los átomos, la aplicación de nanotecnología y transformación de materiales; desde el nivel microscópico al macroscópico la química ha contribuido al estudio de la constitución y transformación de las sustancias.

Actualmente, la química como ciencia sigue evolucionando, lo que permite tener un campo de acción y aplicación muy amplio en casi cualquier ámbito de la vida humana: en la vida diaria, el medioambiente, la industria, la medicina, las ciencias del deporte, etc., de ahí que sea tan importante el estudio de esta ciencia que, además, está interrelacionada con otras ciencias como la biología, la física, las matemáticas, la tecnología, entre otras.

Por esta razón, te damos la bienvenida al estudio del maravilloso mundo de la química.



# Propósitos del curso

## General

La química general como ciencia básica permite desarrollar en los estudiantes el pensamiento divergente, la habilidad para identificar y proponer alternativas de solución a problemas escolares, en la actualidad, y laborales y profesionales en el futuro. Además, brinda herramientas conceptuales, procedimentales, de análisis, de escritura, entre otras que permite al estudiante ser más integral en sus procesos de aprendizaje.

## Específicos

- ▶ Comprender los conceptos y teorías generales de la química como ciencia básica.
- ▶ Aprender las aplicaciones de la química para resolver problemas en la vida diaria, la medicina, la ciencia y otros campos de acción y desarrollo de la sociedad actual.
- ▶ Contextualizar al estudiante respecto a las necesidades de una formación básica en el área de la química, conociendo las aplicaciones y usos diarios que se pueden dar en su vida escolar y laboral.
- ▶ Realizar prácticas de laboratorio que puedan aproximar al estudiante al modo en que trabajan los científicos.



# Metodología

Este programa de Estudios Dirigidos, por sus características e intencionalidades, propone los siguientes momentos para el desarrollo del curso:

- ▶ **Motivación:** previa al tema, una lectura (corta y amena), una película, análisis de un caso, un documental, una charla de un especialista, una charla magistral del profesor, etc.
- ▶ **Investigación:** en grupos colaborativos o de manera individual de acuerdo con la intencionalidad de la consulta, cada tema a partir de una pregunta problémica derivada de esta; es decir, que los estudiantes la respondan indagando diferentes fuentes.
- ▶ **Consenso:** diálogo del profesor con los estudiantes, y entre los estudiantes para construir y compartir posturas frente a lo tratado.
- ▶ **Evaluación:** implementación de la autoevaluación, coevaluación y la heteroevaluación. Haciendo énfasis en actividades valorativas de mediación y comunicación, talleres, guías, evaluaciones cortas o quices, exposiciones, escritos de opinión y argumentación, videos, presentaciones, entre otras.



# Sesión 1.

## Cálculos químicos

### Material de enseñanza

#### Competencia

Aplica la modelación, comprende conceptos, interpreta datos y soluciona problemas usando métodos lógicos en los procesos donde interviene la química y la biología.

#### Marco teórico

Podemos afirmar que la química es la ciencia que permite el estudio y la relación del mundo microscópico (átomos, moléculas y partículas) con el mundo macroscópico (materiales, sustancias), que podemos medir y contar. A manera de ejemplo, en un gramo o un mL de sustancia, ¿cuántas partículas existen?, ¿son átomos o moléculas? Estas preguntas habían inquietado a los científicos durante mucho tiempo, hasta que Amadeo Avogadro, en 1811, postuló que: volúmenes iguales, aunque sean de gases diferentes, contenían el mismo número de moléculas si son sometidos a las mismas condiciones de temperatura y presión. Aunque esta ley en sí misma no resolvió la situación, sí sentó las bases y precedentes para que científicos como Stanislao Cannizzaro pudiera explicar las diferencias entre átomo y molécula, pesos atómicos y moleculares, proponiendo pesos atómicos a los elementos basándose en los datos experimentales conocidos, logrando además que la hipótesis de Avogadro fuera aceptada por casi todos los químicos.

Posteriormente, con investigaciones basadas en técnicas analíticas como la refracción de rayos X y la electrólisis, se hizo posible calcular el número de moléculas ( $H_2$ ) existentes en dos gramos de hidrógeno, lo que da el peculiar número de  $6,022\ 141\ 29\ (30) \times 10^{23}$  al que se conoce como número de Avogadro. El término mol fue introducido por Wilhelm Ostwald en 1886, basándose en la etimología del latín *Mole* que significa pila, montón.

El mol equivale al peso en gramos de una sustancia y se relaciona con la cantidad de átomos, moléculas o iones que equivalen al número de Avogadro.

## Actividades formativas

### Ejercicios de aplicación

#### Conversión de unidades

Relacionar la columna de la izquierda con la columna de la derecha. Indique los procedimientos efectuados para hallar el resultado.

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| ( ) 1 átomo de At                                  | a) 0.53 moles                 |
| ( ) 3.3 moles de $S_8$                             | b) $8.3 \times 10^{-9}$ moles |
| ( ) 85 g de $KMnO_4$                               | c) $3.48 \times 10^{-22}$ g   |
| ( ) $5 \times 10^{15}$ moléculas de $Al_2(SO_4)_3$ | d) 56.8 g                     |
| ( ) 0.8 mol-molécula de cloro                      | e) 844.8 g                    |

*The volatile liquid ethyl mercaptan,  $C_2H_6S$ , is one of the most odoriferous substances known. It is used in natural gas to make gas leaks detectable. How many  $C_2H_6S$  molecules are contained in a  $1 \mu L$  sample? ( $d = 0.84 \text{ g/mL}$ ). (Petrucci & Harwood, 1997)*

22

#### Pesos atómicos, moleculares y composición porcentual.

El peso de 0.3 moles de un elemento X es 27 g. Determine su peso atómico.

Si  $3.01 \times 10^{22}$  moléculas de un compuesto pesan 9 g, determine las moles presentes y el peso molecular del compuesto.

Si 32 g de oxígeno se combinan con 14 g de un elemento X, y forman un compuesto  $XO_2$ .

Determine el peso atómico de X.

Determine en 3.42 g de alumbre  $Al_2(SO_4)_3$

- ▶ ¿Cuántos gramos de azufre hay?
- ▶ ¿Cuántas moles de oxígeno?
- ▶ ¿Cuántos átomos de aluminio?

## Determinación de fórmulas empíricas, moleculares y estructurales

Determine la fórmula empírica del compuesto, según la composición porcentual

- ▶ 86.61 % de plomo y el resto de oxígeno.
- ▶ 15.8 % de aluminio, 28 % de azufre y el resto de oxígeno.
- ▶ 40 % de carbono, 6.6 % de hidrógeno y 53.3 % de oxígeno.

Un compuesto tiene fórmula empírica CH,  $2.5 \times 10^{-3}$  moles de él pesan 0.195 gramos. ¿Cuál es su fórmula molecular?

Una muestra de un compuesto que contiene C, H, S fue quemada en oxígeno y se obtuvo 15.84 g de  $\text{CO}_2$ , 3.24 g de  $\text{H}_2\text{O}$  y 5.77 g de S. ¿Cuántos moles de C, H y S tenía la muestra? ¿Cuál es la fórmula empírica del compuesto?

El ácido adípico (P.M. 146 g/Mol) se emplea en la elaboración de telas sintéticas, y está constituido por C, H y O. Una muestra de 1.6380 g de ácido adípico contiene 0.8077 g de C, 0.1130 g de H.

- ▶ Calcule el porcentaje de cada elemento presente en el ácido adípico.
- ▶ Halle la fórmula empírica del ácido adípico.
- ▶ Determine la fórmula molecular del ácido adípico.

A partir de 4.4 g de un compuesto formado por C, H y O se pueden obtener 8.8 g de  $\text{CO}_2$ , y 3.6 g de  $\text{H}_2\text{O}$ . Si el peso molecular del compuesto es de 88 g/mol, ¿cuál es la fórmula molecular del compuesto?

*Suppose that the only two elements in a compound are phosphorus and oxygen and that it is 43.65 % P and the rest of oxygen by mass. What is the empirical formula of the compound? (Petrucci & Harwood, 1.997)*

La nicotina es un compuesto que contiene carbono, hidrógeno y nitrógeno. Una muestra se quema en presencia de oxígeno para obtener 6.78 g de  $\text{CO}_2$ , 1.94 g de  $\text{H}_2\text{O}$  y 0.432 g de nitrógeno molecular. Determine la fórmula molecular y el porcentaje en peso de la nicotina.

7.61 g de ácido P-aminobenzoico (PABA); utilizado en bloqueadores solares, se quemó en presencia de oxígeno y se obtuvieron 17.1 g de  $\text{CO}_2$ , 3.50 g de agua y 0.777 g de nitrógeno. El compuesto contiene C, H, N y O.

¿Qué masa de C, H, N y O contiene la muestra? ¿Cuál es la fórmula molecular del PABA?

## Aplicaciones

Los cálculos químicos son muy importantes en diferentes ámbitos, por ejemplo:

- ▶ Determinación de fórmulas mínimas y moleculares que brindan información sobre qué elementos químicos constituyen un compuesto y en qué proporción molar y en gramos se encuentran en este.
- ▶ Permite determinar la composición porcentual de los elementos en los compuestos.
- ▶ Calcular la cantidad de sustancia en una muestra.
- ▶ Determinar la cantidad de sustancia que se requiere en una reacción química para obtener un producto determinado.
- ▶ Aplicaciones en nanotecnología médica.

# Sesión 2.

## Configuración electrónica: tabla periódica

### Material de enseñanza

#### Competencia

Desarrolla diferentes alternativas de solución a situaciones problema desde la aplicación del conocimiento disciplinar teórico y práctico de la química y biología, que beneficien los procesos productivos y del entorno.

#### Marco teórico

25

¿Cómo se localizan los electrones en un átomo? Cuando se descubrieron las partículas atómicas, los científicos pensaron que el átomo era semejante a un pudín de uvas pasas, la masa del pudín eran los protones, y como uvas pasas, evitando la repulsión electrostática entre estos, se encontraban los electrones. Al descubrir la existencia del núcleo atómico fue necesario revisar esta afirmación y los científicos proponen los números cuánticos para explicar cómo se distribuyen los electrones alrededor del núcleo en el átomo:

- ▶ Número cuántico principal: se representa por la letra  $N$  e indica cuántos niveles de energía posee el átomo.
- ▶ Número cuántico secundario a azimutal: se representa por la letra  $L$  e indica el número de subniveles que posee cada nivel. se representan por las letras  $s, p, d, f$ .
- ▶ Número cuántico magnético: se representa por la letra  $m_l$ , e indica la orientación espacial en que giran los electrones.
- ▶ Número cuántico spin: se representa por la letra  $m_s$ , e indica la rotación del electrón sobre su propio eje.

A partir de estos números se puede predecir cuántos niveles de energía posee el átomo (periodo), cuántos electrones de valencia (grupo), ubicación en la tabla periódica, estados de oxidación, entre otros datos.

Cuando Dimitri Mendeleiev propuso el esquema de la tabla periódica, aun no se conocía el átomo, ni las partículas subatómicas, ni mucho menos la mecánica cuántica y los números cuánticos; sin embargo, la tabla periódica corresponde perfectamente con las zonas del número cuántico secundario o azimutal, lo que permite comprobar el carácter predictivo de la ciencia.

La tabla periódica es una ingeniosa e increíble herramienta química, indispensable y primordial en cualquier laboratorio de materiales, investigación médica, química, física, etc.

## Actividades formativas

### Ejercicios de aplicación

#### Configuración electrónica

Complete el siguiente cuadro:

Elemento	Configuración electrónica larga	Periodo	Grupo	Z	A	Protones	Electrones	Neutrones	Carga
	Configuración electrónica corta								
${}_{19}^{40}\text{K}^{+1}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	3							+1
							17	18	
					67	33			0
			IIB	30			28		
${}_{17}^{36}\text{Cl}^{-1}$								19	-1
	$[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$								

Con base en el cuadro, es válido afirmar:

Se encuentran en el periodo IV los elementos:

Son cationes los elementos:

---

Son isótopos los elementos:

---

Es un anión y además halógeno:

---

### Tabla periódica

En un cuadro represente el símbolo de un elemento químico y los datos que aparecen en la tabla periódica:

---

		<b>S</b>
32,06	16	
<b>S</b>		
Azufre		1.02
115.21		
2.07		(1.40)
(Ne) 3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup>		
		18.5
		2.82

---

28

A partir de esta información explique:

- ▶ Qué significa cada uno de esos datos.
- ▶ Clasifíquelo como propiedad física o química.
- ▶ Averigüe cómo se descubrió el elemento y qué científico lo hizo.
- ▶ Aplicaciones y usos del elemento en la industria, en la ingeniería, en la medicina o en la vida diaria.

Explique los números cuánticos y su incidencia en la tabla periódica en un croquis de la tabla periódica, e indique:

- ▶ La zona s, p, d y f con diferentes tonos de color.
- ▶ Grupo y periodo de cada elemento.

Averigüe el uso y aplicación de tres elementos químicos: un metal, un no metal y un metaloide que tenga aplicación en la industria, en la ingeniería, en la medicina o en la vida diaria.

Investigue la biografía de un científico que tuvo incidencia en la formulación de la tabla periódica.

### **Aplicaciones**

- ▶ Con base en la posición de un elemento en la tabla periódica se pueden alterar, modificar y mejorar características y propiedades físicas y químicas de los materiales.
- ▶ Diferenciar metales de no-metales y aplicar estas diferencias en la obtención de materias primas, aleaciones, polímeros, etc.
- ▶ Construcción de celdas y pilas galvánicas y electrostáticas.
- ▶ Transferencia de calor.
- ▶ Determinar qué elementos se encuentran en el cuerpo humano y cómo pueden afectar su correcto funcionamiento.
- ▶ Obtención de mejores armas para la guerra, por ejemplo, materiales más livianos y más resistentes a la corrosión.
- ▶ Obtención de materiales sismorresistentes.



# Sesión 3.

## Enlace químico

### Material de enseñanza

#### Competencia

Maneja la información de artículos científicos, bases de datos y las TIC que poseen un contenido temático transversal a la química y a la biología, permitiendo la comprensión y aplicación del nuevo conocimiento.

#### Marco teórico

¿Cómo se unen los átomos? Esta pregunta ha inquietado a los científicos desde la época de los griegos, y se ha recorrido un largo camino para descifrar que existen fuerzas nucleares fuertes y débiles en el átomo, que atraen los electrones, pero ¿qué son los electrones de valencia?, los que se encuentran en el último nivel de energía, los que permiten formar uniones entre átomos.

Pero, ¿qué características tienen estas uniones?, por ejemplo, dependiendo de las fuerzas electrostáticas, los electrones de valencia pueden ganarse, perderse o compartirse por dos o más núcleos de diferentes átomos. También influyen características y propiedades químicas de los átomos, como que sean metales o no metales. Es así, como la unión de átomos no metálicos con valores de electronegatividad cercanos, que comparten electrones, tienden a formar enlaces covalentes; si el enlace se realiza entre metales y no metales, con diferencias altas de electronegatividad se forman enlaces iónicos; y el enlace metálico se forma entre átomos metálicos del mismo elemento, que constituyen estructuras sólidas muy compactas, en las cuales los electrones giran alrededor de los núcleos atómicos formando una nube de electrones, definiendo así las propiedades físicas y químicas de los metales.

Sin embargo, también existen otros tipos de “uniones” entre los electrones de valencia de diferentes átomos, por lo general se consideran **débiles en comparación con los enlaces químicos ya mencionados**, pero no por ello son menos importantes y fundamentales para aplicar en campos como la física, la biología y la ingeniería.

Son denominados Fuerzas de Van der Waals, pueden ser de atracción o repulsión. Un ejemplo de estas fuerzas lo encontramos en la formación de las proteínas.

## Actividades formativas

### Ejercicios de aplicación

#### Clases de enlaces

Realice un cuadro comparativo entre el enlace iónico y el covalente, teniendo en cuenta las siguientes propiedades:

PROPIEDAD	ENLACE IÓNICO	ENLACE COVALENTE
Fuerzas intermoleculares		
Energía de enlace		
Electronegatividad		
Puntos de fusión		
Puntos de ebullición		
Solubilidad en agua		

Existen diversas teorías para explicar el enlace químico, defina cada una de ellas:

- ▶ Regla del octeto
- ▶ Teoría del orbital molecular
- ▶ Teoría de la hibridación
- ▶ Teoría de los electrones de valencia

Con base en los datos de electronegatividad dados en la tabla periódica, ordene los siguientes enlaces en orden de polaridad decreciente: B – Cl; Ba – Cl, Be – Cl y Cl – Cl. Represente las fórmulas moleculares basados en los estados de oxidación y, con base en los ángulos de enlace, dibuje las fórmulas estructurales.

### Geometría molecular

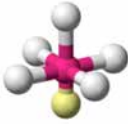

Con los modelos moleculares represente las siguientes moléculas:

- ▶ Agua –  $\text{H}_2\text{O}$
- ▶ Metano –  $\text{CH}_4$
- ▶ Eteno –  $\text{C}_2\text{H}_4$
- ▶ Etino –  $\text{C}_2\text{H}_2$
- ▶ Etanol -  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- ▶ Ácido sulfúrico –  $\text{H}_2\text{SO}_4$

Indique ángulos, longitudes en enlace y las conclusiones a las que pueda llegar.

Teniendo en cuenta la siguiente gráfica, explique la incidencia de los ángulos y la longitud de enlace en la geometría molecular.

PARES DE ELECTRONES COMPARTIDOS	PARES DE ELECTRONES SOLITARIOS	DISTRIBUCIÓN	GEOMETRÍA	ÁNGULO DE ENLACE IDEAL	EJEMPLO	IMAGEN
2	0	Lineal	Lineal	180°	BeCl <sub>2</sub>	
3	0	Plana trigonal	Plana triangular	120°	BF <sub>3</sub>	
2	1	Plana trigonal	Angular	120°	SO <sub>2</sub>	
4	0	Tetraédrica	Tetraédrica	109,47° (cos <sup>-1</sup> (1/3))	CH <sub>4</sub>	
3	1	Tetraédrica	Piramidal trigonal	109,47° (cos <sup>-1</sup> (1/3))	NH <sub>3</sub> (107,5°)	
2	2	Tetraédrica	Angular	109,47° (cos <sup>-1</sup> (1/3))	H <sub>2</sub> O (104,5°)	
5	0	Bipiramidal trigonal	Bipiramidal trigonal	90° 120°	PCl <sub>5</sub>	
4	1	Bipiramidal trigonal	Tetraédrica irregular	90° 120°	SF <sub>4</sub>	
3	2	Bipiramidal trigonal	Forma de T	90°	ClF <sub>3</sub>	
2	3	Bipiramidal trigonal	Lineal	180°	XeF <sub>2</sub>	
6	0	Octaédrica	Octaédrica	90°	SF <sub>6</sub>	

PARES DE ELECTRONES COMPARTIDOS	PARES DE ELECTRONES SOLITARIOS	DISTRIBUCIÓN	GEOMETRÍA	ÁNGULO DE ENLACE IDEAL	EJEMPLO	IMAGEN
5	1	Octaédrica	Piramidal cuadrangular	90°	BrF <sub>5</sub>	
4	2	Octaédrica	Plana cuadrada	90°	XeF <sub>4</sub>	

**Figura 2.** Geometría molecular

Fuente: elaboración propia.

## Aplicaciones

- ▶ Los ingenieros utilizan los conocimientos del enlace químico en la obtención de nuevos materiales, como polímeros inteligentes, componentes electrónicos que son aplicados en el avance tecnológico, entre otros.
- ▶ El conocimiento de los enlaces químicos en la medicina y la farmacia permiten investigar los principios activos de los medicamentos en las plantas, y buscar la posología y dosificación apropiada para que se pueda emplear en el tratamiento y curación de enfermedades tanto veterinarias como humanas.
- ▶ En la ingeniería civil se utilizan materiales metálicos, poliméricos, electrónicos y cerámicos, que se clasifican de esta forma de acuerdo al enlace químico que los caracteriza, basados en sus propiedades físicas y químicas para utilizarlos, por ejemplo, como aceros sismorresistentes, geosintéticos y geomallas, como solución a la construcción en zonas con alto contenido hídrico, entre otros.
- ▶ En la odontología se utilizan amalgamas y otras aleaciones.
- ▶ El enlace o puentes de hidrógeno es ampliamente usado por los sistemas naturales, la mayor aplicación podemos verla en la molécula del agua, que por un lado permite la vida en el planeta tierra y por otro tiene abundantes aplicaciones en sistemas termorreguladores.
- ▶ El enlace covalente está presente en la vida en el planeta, ya que las biomoléculas están constituidas por monómeros que forman las grandes moléculas conocidas como polímeros, ejemplos de ellos son los aminoácidos para formar proteínas; los nucleótidos para formar los ácidos nucleicos; y los monosacáridos para formar polisacáridos entre otros.



# Sesión 4. Reacciones químicas: balanceo

## Material de Enseñanza

### Competencia

Aplica la modelación, comprende conceptos, interpreta datos y soluciona problemas usando métodos lógicos en los procesos donde interviene la química y la biología.

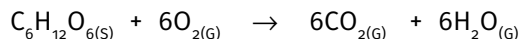
### Marco teórico

La respiración, la fotosíntesis, el metabolismo, la combustión; ¿qué tienen en común estos procesos? Todos están fundamentados en reacciones químicas. Pero cabe preguntarnos: ¿qué es una reacción química? Es la transformación de la materia que conlleva un cambio químico; es decir, un cambio en la configuración molecular o atómica de las sustancias. Estas reacciones químicas están representadas por ecuaciones químicas, cumpliendo la ley de la conservación de la materia, enunciada por Antoine Lavoisier: la materia no se crea ni se destruye, solo se transforma.

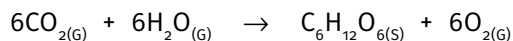
37

A manera de ejemplo:

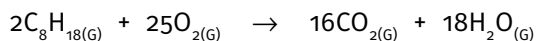
Fotosíntesis



Respiración



Combustión



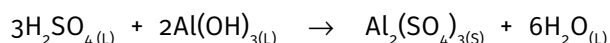
Las sustancias que se encuentran antes del signo  $\rightarrow$  se llaman reactantes y las que se encuentran después del signo, se denominan productos.

Estas ecuaciones representan una igualdad en gramos y moles de las sustancias que intervienen en la reacción por el signo  $\rightarrow$ . Los términos (S), (G), (L), representan el estado en que se encuentra la sustancia, sólido, gaseoso o líquido.

Existen otras representaciones como  $\downarrow$  que indica la formación de un precipitado, o  $\uparrow$  que indica que se produjo un gas que va a la atmósfera.

Las reacciones químicas se clasifican según los reactantes y productos que intervienen en ella:

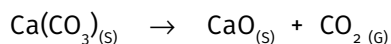
- **Neutralización:** es la reacción entre un ácido y una base.



Se lee: ácido sulfúrico en estado líquido, más hidróxido de aluminio en estado líquido, produce sulfato de aluminio en estado sólido más agua.

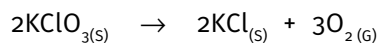
El sulfato de aluminio también es conocido como alumbre y se emplea en la floculación de partículas suspendidas en muestras de agua, para quitar turbidez.

- **Descomposición:** a partir de una sustancia se obtienen dos.



El carbonato de calcio,  $\text{Ca}(\text{CO}_3)$ , forma parte de los exoesqueletos de moluscos y artrópodos y del mármol.

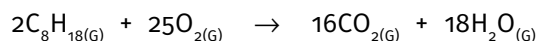
- **Reversible:** una reacción es reversible cuando puede ir en cualquiera de los dos sentidos, dependiendo de la cantidad de sustancias presentes, se representa por dos flechas en sentido contrario.



Si al efectuarse la reacción hay mayor cantidad de  $\text{KClO}_3$ , la reacción irá hacia la derecha; si por el contrario hay mayor cantidad de  $\text{KCl}$ , la reacción se efectuará hacia la izquierda.

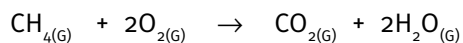
El clorato de potasio,  $\text{KClO}_3$ , se emplea como agente oxidante fuerte, en la fabricación de fósforos y pólvora; como desinfectante y blanqueador entre otros.

- **Combustión:** es la obtención de energía a partir de la quema de los reactantes. La combustión se efectúa preferentemente a partir de los hidrocarburos o de la quema de sustancias orgánicas.

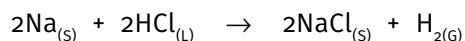


Esta reacción se efectúa en los motores de combustión interna de los vehículos. El  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  es la fórmula molecular del metilheptano, que es el principal componente de la gasolina.

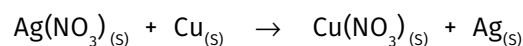
Otro ejemplo de combustión se obtiene con el metano, que forma parte de la mezcla de gas natural que llega a los hogares por oleoductos.



- **Sustitución:** se efectúa cuando un elemento por lo general puro es sustituido por otro en un medio acuoso.

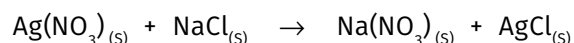


Los metales son sustituidos por el hidrógeno en los ácidos para obtener sales.

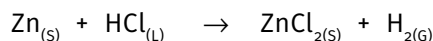


Esta reacción puede comprobarse con el cambio de color, inicialmente es incolora; al transcurrir la sustitución de la plata por el cobre se observa una coloración azul aguamarina y el alambre de cobre se torna gris y parece que tuviera pelusa.

- **Doble sustitución:** se efectúa cuando dos elementos, por lo general metales, se sustituyen entre sí en las sales correspondientes. Se considera un intercambio iónico, ya que se intercambian los cationes en las sales correspondientes. Cabe aclarar que las reacciones también se pueden efectuar entre ácidos y sales.



- **Redox:** son reacciones donde por lo menos una o más sustancias se oxida y una o más sustancias se reduce.

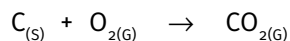


El Zn cambia su estado de oxidación de 0 a +2, lo que indica que perdió electrones, por lo tanto se oxida y actúa como agente reductor.

El hidrógeno cambia su estado de oxidación de +1 a 0, lo que indica que gana electrones, por lo tanto se reduce y actúa como agente oxidante.

Las reacciones redox se encuentran en la vida diaria y en la industria en muchos procesos, a modo de ejemplo, se tienen los procesos de combustión y de desplazamiento simple o sustitución.

**Combinación:** se efectúan cuando a partir de dos sustancias se obtiene una sola. También se conocen como reacciones de adición.



El dióxido de carbono,  $CO_2$ , es una sustancia maravillosa, se encuentra en el proceso de fotosíntesis y permite proporcionar la energía química necesaria para sustentar la vida en la tierra. Es expelido por los seres vivos en la respiración y es el encargado de dar sabor agradable a las bebidas carbonatadas, entre otras aplicaciones.

Cabe aclarar que las reacciones químicas no solamente tienen una clasificación; por el contrario, se pueden clasificar en dos o tres tipos de procesos.

## Actividades formativas

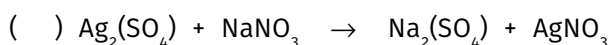
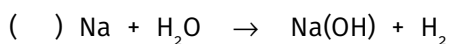
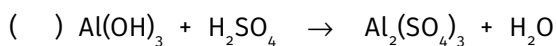
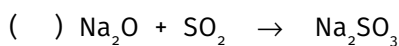
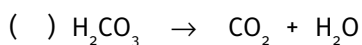
### Ejercicios de aplicación

40

#### Clasificación de las reacciones químicas

Con base en la siguiente rejilla, clasifique cada una de las siguientes reacciones colocando en el paréntesis el número que considere correcto. Balancee cada una de las reacciones.

Neutralización	1	Sustitución	5
Descomposición	2	Doble sustitución	6
Reversible	3	Redox	7
Combustión	4	combinación	8



Para cada uno de los siguientes enunciados realice los siguientes procesos:

- ▶ Representar la reacción química
- ▶ Completar la reacción si no se indican todas las sustancias presentes
- ▶ Balancear las reacciones
- ▶ Clasificarlas según la rejilla

Se toma una pequeña muestra de dióxido de manganeso en un Erlenmeyer y se añaden 20 mL de agua oxigenada, con la obtención de un gas (oxígeno).

En el estómago reaccionan los jugos gástricos con una tableta de antiácido.

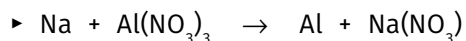
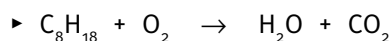
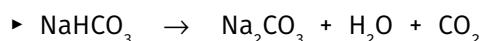
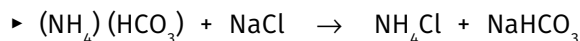
La formación de la lluvia ácida se produce por la reacción de los óxido de azufre y de nitrógeno con agua.

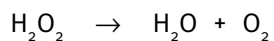
- a. En el proceso de corrosión de los metales actúa el oxígeno atmosférico sobre el hierro para obtener los óxidos correspondientes.
- b. En el proceso anterior, puede actuar el agua sobre los óxidos de hierro para obtener los hidróxidos correspondientes.
- c. El polietileno es un polímero empleado en la elaboración de geosintéticos y geomallas utilizadas en la construcción de vías, manejo de escorrentías, rellenos sanitarios, taludes, etc. El monómero utilizado para obtener este polímero es el eteno o etileno, que en el laboratorio se obtiene mediante la descomposición térmica del etanol en presencia de ácido sulfúrico.
- d. Los cubiertos y utensilios de plata se ennegrecen por la presencia en el aire de pequeñas cantidades de sulfuro de hidrógeno.
- e. El nitrógeno y el oxígeno en el motor de un automóvil alcanzan altas temperaturas hasta obtener monóxido de nitrógeno. Cuando éste compuesto llega a la atmósfera, reacciona nuevamente con el oxígeno atmosférico para obtener el dióxido de nitrógeno.

41

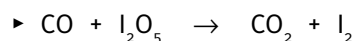
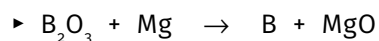
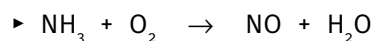
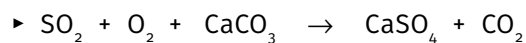
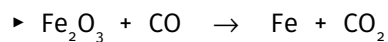
### Balanceo de ecuaciones químicas

Balancee por el método algebraico las siguientes ecuaciones químicas:





Balancee por oxido-reducción las siguientes ecuaciones químicas:



## Aplicaciones

En los sistemas naturales:

- ▶ Las reacciones químicas han estado presentes desde la formación de los planetas y el universo; teoría del Big-Bang.
- ▶ En los seres vivos autótrofos que realizan el proceso fotosintético está relacionado con una serie de reacciones químicas que permiten la vida en la tierra.
- ▶ El metabolismo que realizan los organismos heterótrofos permite el proceso de nutrición y por ende conservación de la vida de los organismos.

En la ingeniería:

- ▶ Obtención de nuevos materiales como polímeros sintéticos.
- ▶ Producción a nivel industrial de productos aplicados en todo ámbito de la vida: fármacos, maquillajes, polímeros, etc.
- ▶ Combustión de hidrocarburos, para el uso en vehículos, gas domiciliario, hidroeléctricas, entre otros.
- ▶ Control de calidad en procesos de obtención de alimentos procesados.
- ▶ Obtención de energía por medios químicos se aplica en la producción de pilas y baterías.
- ▶ Control de calidad en fábricas y empresas de todo tipo.

# Sesión 5.

## Estequiometría

### Material de enseñanza

#### Competencia

Aplica la modelación, comprende conceptos, interpreta datos y soluciona problemas usando métodos lógicos en los procesos donde interviene la química y la biología.

#### Marco teórico

La estequiometría es la parte de la química que, a partir de una ecuación química balanceada, nos permite realizar cálculos químicos para determinar la cantidad de sustancia en gramos y moles que intervienen en una reacción química, fundamentada en el cumplimiento de la ley de la conservación de la materia y la energía.

43

Los cálculos que podemos realizar son:

- ▶ Gramos y moles de los reactantes para obtener un producto.
- ▶ Gramos y moles de los productos a partir de los reactantes.
- ▶ Reactivo limitante.
- ▶ Pureza de los reactantes, ya que en la naturaleza las sustancias no se encuentran en estado puro.
- ▶ Rendimiento de la reacción.

Estos cálculos son de vital importancia para determinar la cantidad de productos a obtener y los costos que están asociados a la producción de sustancias de diversa índole, como alimentos, medicamentos farmacéuticos o veterinarios, productos de belleza, entre otros.

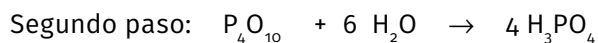
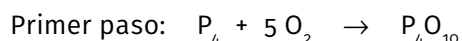
## Actividades formativas

### Ejercicios de aplicación

El nitrobenzeno, sustancia empleada en la industria de los explosivos, se obtiene por la reacción entre el benceno,  $C_6H_6$ , y el ácido nítrico ( $HNO_3$ ); además, se produce agua.

- Represente la ecuación balanceada.
- ¿Cuántas moles de nitrobenzeno se obtienen a partir de 575 g de benceno y exceso de ácido nítrico?
- Si el rendimiento de la reacción fue del 87 %, ¿cuántas moles en realidad se obtuvieron?

El ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ) es un ácido muy empleado en la fabricación de fertilizantes y en refrescos de cola, se obtiene en un proceso de dos pasos:



Al reaccionar 272 g de fósforo molecular con exceso de oxígeno para obtener el óxido; el rendimiento de la reacción es del 89.5 %. En el segundo paso el rendimiento de la reacción fue del 96.8 %. ¿Cuántos gramos del ácido se obtienen?

44

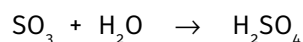
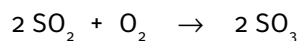
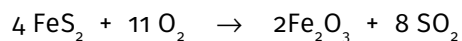
El bocio o coto es una inflamación de la glándula tiroides, que se produce por la baja ingesta de yodo, para evitar esta enfermedad se decidió agregar yoduro de sodio a la sal común para obtener sal yodada. Para obtener el yoduro de sodio, reacciona el sodio con el yodo.

- Represente la ecuación balanceada.
- ¿Cuántos gramos de yoduro de sodio se forman cuando reaccionan 47.5 g de sodio con exceso de yodo?

El hidrógeno se obtiene por el desplazamiento de los metales en presencia de ácidos.

- ¿Cuántos gramos de  $H_2$  se producen cuando se coloca una lámina de aluminio que pesa 65.8 g en una solución de ácido sulfúrico,  $H_2SO_4$ ?
- ¿Cuántos gramos de ácido se consumen en la reacción?
- ¿Cuántas moles de sulfato de aluminio se formaron?

El ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) es empleado en la industria de los fertilizantes, como precursor en la síntesis de otros ácidos y sulfatos, en la industria petroquímica y en las baterías de los vehículos. Se obtiene a partir de la pirita ( $FeS_2$ ), mineral ferroso, por la siguiente serie de reacciones:



- ¿Cuántos gramos de ácido se pueden obtener por la reacción de 750 g de pirita pura?
- ¿Cuántos gramos de ácido se pueden obtener por la reacción de 750 g de pirita de 85 % de pureza?
- Calcular las moles de oxígeno que deben reaccionar con 8 moles de pirita, si la eficiencia de la reacción es del 75 %.
- Calcular las moles de ácido obtenidas con 8 moles de pirita, si la eficiencia de la reacción es del 75 %.

## Aplicaciones

- ▶ Medición de contaminación atmosférica, terrestre o acuática.
- ▶ Calcular la cantidad de productos manufacturados a partir de materias primas, que pueden ser puras o impuras para así determinar las ganancias que se pueden obtener.
- ▶ El balance de masas es indispensable en la industria alimentaria para determinar cantidades de reactivos y productos a obtener dependiendo de la pureza de las sustancias.
- ▶ En la cocina, las proporciones de ingredientes tienen gran incidencia en la cantidad y calidad de los productos obtenidos.
- ▶ En los air bag de los vehículos, se debe calcular la cantidad de nitrógeno gaseoso que contengan para que proteja a los pasajeros.
- ▶ En la industria aeroespacial permite calcular la cantidad de combustible, peso y materiales de los aviones y cohetes para poder realizar los viajes en la tierra o el espacio.
- ▶ La industria farmacéutica se basa en los cálculos químicos estequiométricos para determinar qué cantidad de medicamento debe consumir una persona o animal para lograr la mejoría de sus enfermedades.
- ▶ Optimización de procesos. La química es la base de la industria en la actualidad; la gasolina y otros derivados del petróleo como los lubricantes; los textiles, medicamentos, alimentos, entre otros se fabrican o producen por procesos químicos que implican costos económicos, de ahí que la producción y comercialización debe hacerse con el menor costo posible.



# Sesión 6.

## Seminario separación de mezclas: determinación de pH. Práctica de laboratorio

### Material de enseñanza

#### Competencia

Conoce las normas de seguridad y de conducta para un buen desempeño en el trabajo de laboratorio, y propone procedimientos biológicos y fisicoquímicos para mitigar problemas ambientales.

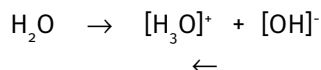
47

#### Marco teórico

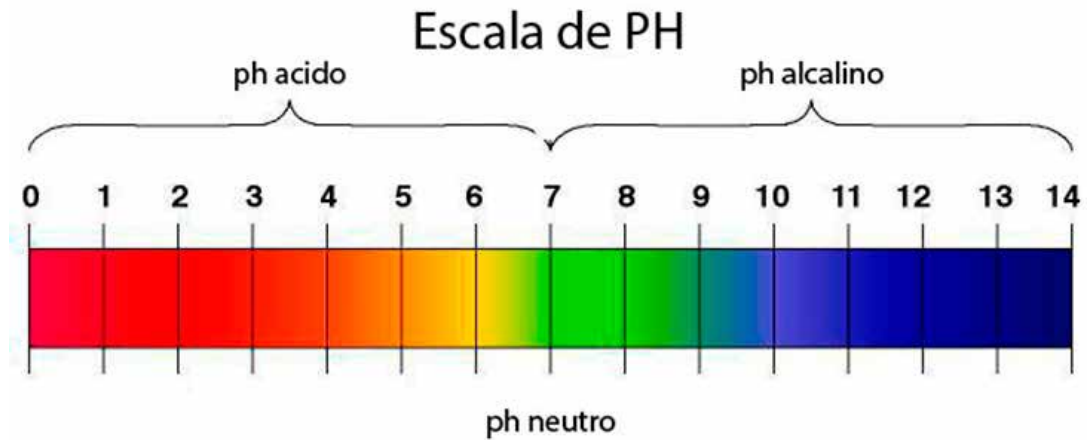
Una mezcla es la unión de dos o más sustancias que no reaccionan entre sí; es decir, no pierden su identidad al unirse; se clasifican como homogéneas, de una sola fase, o heterogéneas, de dos fases. Los métodos de separación de mezclas se fundamentan en que las sustancias conservan sus propiedades físicas y químicas, y pueden ser separadas con base en el punto de ebullición, punto de fusión, estado de la materia, solubilidad, entre otras.

Así, la destilación se fundamenta en la diferencia de puntos de ebullición de los líquidos que se quieren separar; la levigación y el tamizado en el grosor de la muestra; la sedimentación, filtración y decantación se da entre sustancias sólidas y líquidas; debido a esto los métodos para separar estas mezclas son específicos y requieren elementos de laboratorio particulares.

El pH, denominado potencial de hidrógeno, está determinado por la disociación del agua:



Dependiendo de la concentración de iones hidronio  $[H_3O]^+$  o iones hidroxilo  $[OH]^-$ , la sustancia se clasifica como ácido o como base o alcalino, según la siguiente escala:



**Figura 3.** Escala de pH

Fuente: Experimentos científicos (s. f.)

48

Si la concentración de iones hidronio y iones hidróxilo es equivalente, la sustancia se clasifica como neutra.

La determinación del pH se realiza con indicadores, que son sustancias naturales que son sensibles a los cambios de pH y se manifiestan en cambios de coloración. Es así como el papel indicador universal de pH nos da una lectura del pH de la sustancia sin importar si son ácidos, básicos o neutros.

Existen además otros indicadores que son específicos para un rango de pH, por ejemplo, la fenolftaleína solamente cambia en presencia de bases o hidróxidos, cambiando de incoloro a color fucsia. Para identificar solamente ácidos tenemos el naranja de metilo que cambia de color naranja a rosado en presencia de ácidos, en presencia de bases no cambia su coloración.

Sin embargo, en muchas industrias y laboratorios se emplea el potenciómetro que es un aparato digital que nos da una valoración más exacta sobre el pH de las sustancias.

Una sustancia básica o alcalina, tiene las siguientes características:

- ▶ pH entre 7.1 y 14. Entre más alta sea la valoración más básica es la sustancia.
- ▶ Se disuelven en agua.

- ▶ En presencia de ácidos producen reacciones de neutralización al obtenerse una sal más agua.
- ▶ Tienen sabor amargo.
- ▶ Son conductores de la electricidad en disoluciones.
- ▶ Se usan en la fabricación de jabones porque disuelven las grasas.
- ▶ Son altamente corrosivos.

Una sustancia ácida, tiene las siguientes características:

- ▶ pH entre 1 y 6.9. Entre más baja sea la valoración más ácida es la sustancia.
- ▶ Tienen sabor agrio o ácido.
- ▶ En presencia de bases producen reacciones de neutralización al obtenerse una sal más agua.
- ▶ Desplazan los metales en reacciones de sustitución simple.
- ▶ Son conductores de la electricidad en disoluciones.
- ▶ Evitan la corrosión, porque reaccionan con los óxidos para obtener sal y agua.

49

## Actividades formativas

### Procedimiento

Los estudiantes, por grupos de trabajo, deben consultar bibliografía sobre los siguientes métodos de separación de mezclas previa asignación por el docente encargado:

- ▶ Sedimentación
- ▶ Cromatografía
- ▶ Decantación
- ▶ Separación magnética
- ▶ Levigación

- ▶ Cristalización
- ▶ Soxleth
- ▶ Destilación simple
- ▶ Destilación por arrastre de vapor
- ▶ Filtración
- ▶ pH

En la clase previa a la práctica de laboratorio, deben entregar un anteproyecto en el que indiquen:

- ▶ Objetivos
- ▶ Marco teórico
- ▶ Materiales y reactivos
- ▶ Procedimiento, incluyendo la gráfica del método que van a emplear.

50

Deben sustentar el anteproyecto para aprobación y realización de la práctica en la siguiente clase.

Posterior a la realización de la práctica, deben entregar un vídeo, que incluya los siguientes ítems:

- ▶ Objetivos
- ▶ Marco teórico
- ▶ Procedimiento, incluyendo fotos de la práctica realizada
- ▶ Aplicaciones del método
- ▶ Conclusiones
- ▶ Bibliografía

## Aplicaciones

Los métodos de separación de mezclas tienen múltiples aplicaciones en la industria y en la vida diaria:

- ▶ Separación magnética de basuras
- ▶ Refinamiento del petróleo
- ▶ Obtención de sal marina
- ▶ Obtención de oro de los ríos
- ▶ Empresas licoreras
- ▶ Obtención de perfumes y aceites esenciales
- ▶ Análisis de suelos
- ▶ Tratamiento de aguas residuales

El pH se emplea en:

- ▶ Tratamiento de aguas, tanto potables como residuales como en piscinas.
- ▶ Determinar la presencia de agua en un ambiente dado.
- ▶ Determinación de contaminación atmosférica, aérea o acuática.
- ▶ Regulación de subprocesos y procesos industriales.
- ▶ Determinar el grado de la salud humana y animal
- ▶ Determinar la calidad de los alimentos.



# Referencias

Biografíasyvidas.com. (s. f.). *Amadeo Avogadro*. <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/a/avogadro.htm>

Experimentos científicos (s. f.). *Escala del pH* [infografía]. <https://www.experimentoscientificos.es/ph/escala-del-ph/>

Petrucci R. & Harwood W. (1997). *General Chemistry*. Ed. Prentice Hall

Yemelyanov, M. (s. f.). *Pared de los cubos con la tabla periódica de los elementos* [infografía]. [https://es.123rf.com/photo\\_20622598\\_wall-from-cubes-with-periodic-table-of-element.html?vti=md84t6vqnozwxewdx-3-5](https://es.123rf.com/photo_20622598_wall-from-cubes-with-periodic-table-of-element.html?vti=md84t6vqnozwxewdx-3-5)

Esta obra se editó en Ediciones  
USTA. Tipografías de la familia Fira  
Sans y Share Tech.  
2023

# Modular

Descubre el poder de la Química y desarrolla tu habilidad para resolver problemas. Con esta obra aprende conceptos y teorías fundamentales de la química, y explora sus aplicaciones prácticas en la vida diaria, medicina y otras áreas de la sociedad actual. ¡Experimenta y acércate al fascinante mundo del trabajo científico! Domina la ciencia básica y adquiere herramientas integrales para potenciar tu aprendizaje. ¡Prepárate para el éxito con nuestra cartilla especializada en Química General!



UNIVERSIDAD  
**SANTO TOMÁS**  
SEDE PRINCIPAL