



Texto del estudiante

# QUÍMICA

María Angélica Pardo Roa • Germán Pérez Quintana  
Deysma Coll Herrera

2<sup>o</sup>  
MEDIO



EDICIÓN ESPECIAL PARA EL  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN  
PROHIBIDA SU COMERCIALIZACIÓN

Sm

Texto del estudiante

# QUÍMICA



**Deysma Coll Herrera**

Ingeniera Química

Instituto Superior Politécnico José Antonio

Echeverría, Cuba

Doctora en Ciencias Exactas, mención Química

Pontificia Universidad Católica de Chile

**María Angélica Pardo Roa**

Química

Universidad Nacional de Colombia, Colombia

Doctora en Ciencias Exactas, mención Química

Pontificia Universidad Católica de Chile

**Germán Pérez Quintana**

Licenciado en Química

Universidad de la Habana, Cuba

Especialista en Bioinformática

Centro de Ingeniería y Biotecnología,

Universidad de la Habana, Cuba

Doctor en Ciencias Químicas

Universidad de la Habana, Cuba

El Texto del estudiante **Ciencias Naturales Eje Química 2º medio** es una creación del Departamento de Estudios Pedagógicos de Ediciones SM, Chile.

**Dirección editorial**  
Arlette Sandoval Espinoza

**Coordinación editorial**  
María José Martínez Cornejo

**Coordinación área Ciencias Naturales**  
Andrea Tenreiro Bustamante

**Edición**  
Territorio Escrito

**Autoría**  
Deysma Coll Herrera  
María Angélica Pardo Roa  
Germán Pérez Quintana

**Consultor especialista**  
Daniel Catalán Navarrete

**Consultora pedagógica**  
Gloria Páez Herrera

**Corrección de estilo**  
Gloria Páez Herrera

**Coordinación de diseño**  
Gabriela de la Fuente Garfias

**Diseño de portada**  
Estudio SM

**Ilustración de portada**  
Estevan Silveira

**Diagramación**  
Territorio Escrito  
Francisca Urzúa Provoste

**Iconografía**  
Vinka Guzmán Tacla

**Ilustraciones**  
Cristian González Reyes

**Fotografía**  
Archivo fotográfico SM  
Shutterstock  
Lainstock  
Wikipedia

**Jefatura de producción**  
Andrea Carrasco Zavala

---

Este texto corresponde al Segundo año de Educación Media y ha sido elaborado conforme al Decreto Supremo N° 614/2013, del Ministerio de Educación de Chile.

©2018 – Ediciones SM Chile S.A. – Coyancura 2283 piso 2 – Providencia

ISBN: 978-956-363-292-7 / Depósito legal: 280282

Se terminó de imprimir esta edición de 209.490 ejemplares en el mes de octubre del año 2019.

Impreso por A Impresores

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del “Copyright”, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución en ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo público.

# PRESENTACIÓN

El texto que tienes en tus manos es una herramienta elaborada pensando en ti. Tú serás el protagonista de tu propio aprendizaje y el texto será el vehículo que, junto a tu profesor o profesora, te oriente y te acompañe en la adquisición de los contenidos y el desarrollo de las habilidades, actitudes y procedimientos propios de la Química.

## 1 ¿Qué es la Química?

Es una ciencia que estudia la composición, estructura, propiedades, interacciones y transformaciones de la materia. Nos permite comprender que toda la materia del Universo está compuesta de partículas muy pequeñas que están en constante movimiento y que producto de las interacciones que establecen se forman nuevas sustancias.

## 2 ¿Qué aprenderé?

En este texto aprenderás sobre dos temas que son muy importantes, ya que se relacionan con todos los procesos químicos de la naturaleza y de nuestro cuerpo, y tienen un gran impacto a nivel tecnológico y social: las mezclas o disoluciones y la química del carbono. También conocerás grandes ideas de la ciencia que son transversales a la asignatura y ciertos principios acerca de cómo se construye el conocimiento científico.

## 3 ¿Cómo aprenderé?

El texto promueve el desarrollo de habilidades y actitudes científicas como un elemento central del proceso de aprendizaje. Por esa razón, se presentan diferentes tipos de actividades: algunas destinadas a la preparación para el aprendizaje y otras, a la aplicación, la experimentación, la indagación o la reflexión. Además, uno de los ejes centrales del texto lo constituye la Indagación científica, proceso mediante el cual podrás poner en práctica todas las habilidades de investigación: desde la identificación de un problema científico hasta la comunicación y la evaluación del proceso de investigación.

## 4 ¿Para qué?

Para que logres acercarte a esta disciplina científica con gusto y motivación, a fin de que conozcas más tu entorno desde el prisma de la Química.

## 5 ¿Qué espero yo?

---

---

---

---

---

Te invitamos a ser protagonista de tu aprendizaje y a tomar un lugar activo para construir un mundo cada vez mejor.

# ÍNDICE

U n i d a d

# 1

## DISOLUCIONES

Página 10



### Inicio

Indagación científica transversal .....	12
Evalúa lo que sabes .....	13
¿Qué estudiarás en esta unidad? .....	15

### Desarrollo

<b>LECCIÓN 1: PROPIEDADES GENERALES DE LAS DISOLUCIONES</b> .....	16
Activa tus conocimientos previos .....	16
Línea de tiempo: Química de las disoluciones .....	18
Las mezclas .....	20
Disoluciones químicas .....	22
Estados físicos de las disoluciones .....	26
Solubilidad .....	31
Integra tus nuevos aprendizajes .....	38
Unidades de concentración .....	40

U n i d a d

# 2

## QUÍMICA ORGÁNICA

Página 110



### Inicio

Indagación científica transversal .....	112
Evalúa lo que sabes .....	113
¿Qué estudiarás en esta unidad? .....	115

### Desarrollo

<b>LECCIÓN 1: BASES DE LA QUÍMICA ORGÁNICA</b> .....	116
Activa tus conocimientos previos .....	116
Línea de tiempo: Química del carbono .....	118
Antecedentes históricos .....	120
Distintas formas del carbono .....	122
Características estructurales del átomo de carbono .....	125
El átomo de carbono y sus propiedades especiales .....	131
Propiedades de los compuestos orgánicos .....	133
Integra tus nuevos aprendizajes .....	138
Clasificación de los compuestos orgánicos .....	140

Disoluciones de concentración conocida .....	51	Efectos de la concentración de las disoluciones en sus propiedades termodinámicas .....	78
<b>Laboratorio:</b> Preparación de disoluciones de concentración conocida .....	54	<b>Integra tus nuevos aprendizajes</b> .....	82
Reacciones en disolución.....	56	Osmosis y presión osmótica. Ecuación de Van't Hoff.....	84
Estequiometría .....	60	Propiedades coligativas en disoluciones electrolíticas.....	86
<b>Laboratorio:</b> ¿Qué tan sensibles somos a la concentración? ....	64	Aplicaciones prácticas .....	89
<b>Integra tus nuevos aprendizajes</b> .....	66	<b>Laboratorio:</b> Demostrando algunas propiedades coligativas....	94
<b>LECCIÓN 2: PROPIEDADES COLIGATIVAS DE LAS DISOLUCIONES</b> .....	68	<b>Indagación científica transversal</b> .....	96
<b>Activa tus conocimientos previos</b> .....	68	<b>Integra tus nuevos aprendizajes</b> .....	98
<b>Línea de tiempo:</b> Propiedades coligativas .....	70	<b>Cierre</b>	
Introducción a las propiedades coligativas y antecedentes históricos .....	72	Ciencia, tecnología y sociedad en Chile y el mundo.....	100
Descenso de la presión de vapor en disoluciones. Ley de Raoult .....	75	Sintetiza tus aprendizajes.....	102
		Consolida tus aprendizajes .....	106

Clasificación según su grupo funcional. Nomenclatura.....	144	Estereoisómeros conformacionales.....	188
<b>Laboratorio:</b> Identificación de diferentes tipos de alcoholes.....	166	<b>Integra tus nuevos aprendizajes</b> .....	196
<b>Integra tus nuevos aprendizajes</b> .....	168	Estereoisómeros geométricos.....	198
<b>LECCIÓN 2: ESTEREOQUÍMICA E ISOMERÍA</b> .....	170	Enantiómeros.....	202
<b>Activa tus conocimientos previos</b> .....	170	Propiedades de los enantiómeros, las mezclas racémicas y las formas meso .....	208
<b>Línea de tiempo:</b> Estereoquímica e isomería .....	172	<b>Laboratorio:</b> Representando moléculas en el espacio.....	210
Antecedentes históricos.....	174	<b>Indagación científica transversal</b> .....	212
Isomería.....	176	<b>Integra tus nuevos aprendizajes</b> .....	214
Isómeros estructurales y su clasificación .....	178	<b>Cierre</b>	
Propiedades fisicoquímicas de los isómeros estructurales .....	182	Ciencia, tecnología y sociedad en Chile y el mundo.....	216
Los compuestos orgánicos en el espacio .....	184	Sintetiza tus aprendizajes.....	218
Isómeros espaciales o estereoisómeros.....	187	Consolida tus aprendizajes .....	222

A continuación, te invitamos a revisar el detalle de los tipos de páginas y secciones que encontrarás en cada una de las unidades del texto.

## Inicio de unidad

### Entrada a la unidad

Se presenta un cómic por medio del cual se introduce un problema de investigación inspirado en una situación real, en el que trabajarás durante toda la unidad de manera transversal. También se presenta el propósito de la unidad.



**Propósito de la unidad**

Comprender la importancia de las mezclas o disoluciones químicas y reconocerlas, ya que estas se presentan en todos los procesos químicos de la naturaleza y de nuestro cuerpo, cumpliendo funciones primordiales para la vida, y también permitiendo el desarrollo de la industria y la medicina. Conocer qué son las disoluciones químicas, los diferentes estados en los que se encuentran. Los componentes que las forman, cómo expresar la cantidad de dichos componentes en el interior de la mezcla que reacciones ocurren en ellas, cómo la concentración del soluto hace que varíen algunas propiedades de las disoluciones con respecto al disolvente puro y las diversas aplicaciones que tiene estas propiedades en la industria para el beneficio de todos.

Dubúncia 2º medio

**INDAGACIÓN científica transversal**

Los países donde las temperaturas alcanzan el punto más bajo al ser volcadas a la misma medida para preparar a los habitantes y el subambiente, ¿por qué calles, al tener una capa de hielo, constituyen un peligro, ¿por qué en las calles se pegan los accidentes. En algunas ciudades, más precisamente, ¿cómo actúan a los países para a los residentes y en otros cómo tienen las medidas a prevenir. Te invitamos a investigar sobre todo tema a lo largo de esta unidad.

Realizar un gráfico de cómo perciben a experimentos los algoritmos programados sobre la investigación que tendrán a lo largo de esta unidad, basándose en sus conocimientos previos de Ciencias y de su experiencia de investigación. Presentación y construcción de un gráfico.

¿Cuál es tu pregunta de investigación? (Ser claro y preciso)

¿Qué acciones vas a tomar de tu investigación?

¿Por qué es importante?

¿Qué dificultades vas a tener al momento de investigar?

¿Cómo vas a solucionar esas dificultades?

**EVALÚA lo que sabes**

Contenidos	Habilidades	Actitudes
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar, describir, explicar, demostrar y comunicar resultados.</li> <li>Comunicación de datos.</li> <li>Comunicación de resultados.</li> <li>Comunicación de ideas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar, describir, explicar, demostrar y comunicar resultados.</li> <li>Comunicación de datos.</li> <li>Comunicación de resultados.</li> <li>Comunicación de ideas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comunicación de datos.</li> <li>Comunicación de resultados.</li> <li>Comunicación de ideas.</li> </ul>

¿Qué sabes de estos? (Coca-Cola)

¿Qué sabes de estos? (Sociedad)

¿Qué sabes de estos? (Desodorante)

¿Qué sabes de estos? (Sociedad)

¿Qué sabes de estos? (Desodorante)

¿Qué sabes de estos? (Sociedad)

¿Qué sabes de estos? (Desodorante)

**¿Qué estudiarás en esta unidad?**

El estudio de las disoluciones es una parte fundamental de la Química, ya que la mayoría de las cosas están disueltas. No solo en las disoluciones, sino en los gases, los líquidos y los sólidos. En esta unidad se estudiarán los estados en los que se encuentran, los componentes que las forman, cómo expresar la cantidad de dichos componentes en el interior de la mezcla que reacciones ocurren en ellas, cómo la concentración del soluto hace que varíen algunas propiedades de las disoluciones con respecto al disolvente puro y las diversas aplicaciones que tiene estas propiedades en la industria para el beneficio de todos.

**¿Cómo lo aprenderás?**

CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES	VALORES
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar, describir, explicar, demostrar y comunicar resultados.</li> <li>Comunicación de datos.</li> <li>Comunicación de resultados.</li> <li>Comunicación de ideas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar, describir, explicar, demostrar y comunicar resultados.</li> <li>Comunicación de datos.</li> <li>Comunicación de resultados.</li> <li>Comunicación de ideas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comunicación de datos.</li> <li>Comunicación de resultados.</li> <li>Comunicación de ideas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comunicación de datos.</li> <li>Comunicación de resultados.</li> <li>Comunicación de ideas.</li> </ul>

**¿Cómo te gustaría protagonizar tu propio aprendizaje?**

Para desarrollar esta competencia, habilidades y actitudes, es importante reconocer que se necesita a alguien a cargo de él por parte propia. Define una meta que te gustaría lograr, considerando la motivación, el resultado que obtendrás en la evaluación anterior y las dificultades que enfrentarás en esta unidad. Comparte el resultado con tus compañeros.

¿Qué es mi meta de estudio?

¿Qué motivaciones tengo para estudiar?

¿Qué dificultades voy a enfrentar?

### Indagación científica transversal

Esta sección es una continuación del cómic inicial. Aquí podrás reflexionar acerca de la pregunta de investigación, los aprendizajes que lograrás por medio de la actividad, su utilidad, las estrategias que emplearás y las dificultades que podrás enfrentar.

### Evalúa lo que sabes

El objetivo de esta sección es que explores y registres tus ideas previas, mediante una serie de actividades relacionadas con los contenidos estudiados en años anteriores. Terminada la evaluación, podrás conocer tu nivel de desempeño y reflexionar sobre el desarrollo de habilidades y actitudes.

### ¿Qué estudiarás en esta unidad?

En esta sección te informarás de qué trata la unidad y cuáles serán los conocimientos, habilidades y actitudes que desarrollarás. También podrás reflexionar sobre tus motivaciones, metas y estrategias de aprendizaje.

## Desarrollo de la unidad

**BASES DE LA QUÍMICA ORGÁNICA**

En esta lección aprenderás sobre los átomos que fundamentan la química orgánica. En ella, conocerás las propiedades que hacen del carbono un átomo tan especial, así como aquellas que caracterizan a los compuestos orgánicos. También conocerás muchos de los diferentes tipos de sustancias químicas que son útiles para el ser humano. Este contenido te permitirá valorar la presencia e importancia del carbono en el mundo en que vivimos y en nuestro propio organismo.

**ACTIVA tus conocimientos previos**

Conocimientos	Habilidades	Actitudes
Identificar los tipos de átomos que forman parte de un compuesto orgánico.	Identificar los tipos de átomos que forman parte de un compuesto orgánico.	Identificar los tipos de átomos que forman parte de un compuesto orgánico.

**1. La siguiente imagen muestra una etiqueta con información nutricional. ¿Qué información te brinda?**

**2. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**3. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**4. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**5. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**6. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**7. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**8. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**9. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**10. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**11. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**12. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**13. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**14. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**15. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**16. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**17. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**18. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**19. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**20. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**21. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**22. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**23. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**24. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**25. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**26. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**27. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**28. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**29. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**30. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**31. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**32. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**33. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**34. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**35. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**36. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**37. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**38. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**39. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**40. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**41. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**42. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**43. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**44. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**45. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**46. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**47. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**48. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**49. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**50. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**51. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**52. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**53. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**54. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**55. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**56. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**57. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**58. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**59. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**60. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**61. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**62. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**63. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**64. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**65. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**66. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**67. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**68. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**69. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**70. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**71. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**72. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**73. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**74. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**75. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**76. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**77. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**78. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**79. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**80. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**81. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**82. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**83. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**84. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**85. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**86. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**87. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**88. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**89. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**90. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**91. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**92. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**93. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**94. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**95. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**96. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**97. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**98. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**99. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

**100. ¿Qué información te brinda la siguiente etiqueta?**

### Comienzo de lección

Cada lección se inicia mediante una evaluación que busca rescatar los conocimientos previos específicos para enfrentar los nuevos contenidos.

**Línea de tiempo QUÍMICA DE LAS DISOLUCIONES**

**1800** Napoleón gobierna en Francia como emperador, después de haber sido el primer rey francés en 1799. Primera Revolución Industrial.

**1803** Charles Phillips (1781-1857) inventa el primer motor eléctrico.

**1859** James Watson (1822-1887) inventa el primer motor eléctrico.

**1869** Dmitri Mendeléyev (1834-1907) descubre el periodicidad de los elementos químicos.

**1871** Segundo Imperio Japonés.

**1875** Charles Darwin (1793-1882) publica su teoría de la evolución.

**1876** Albert Einstein (1879-1955) publica su teoría de la relatividad.

**1877** Segundo Imperio Japonés.

**1881** Segundo Imperio Japonés.

**1882** Segundo Imperio Japonés.

**1883** Segundo Imperio Japonés.

**1884** Segundo Imperio Japonés.

**1885** Segundo Imperio Japonés.

**1886** Segundo Imperio Japonés.

**1887** Segundo Imperio Japonés.

**1888** Segundo Imperio Japonés.

**1889** Segundo Imperio Japonés.

**1890** Segundo Imperio Japonés.

**1891** Segundo Imperio Japonés.

**1892** Segundo Imperio Japonés.

**1893** Segundo Imperio Japonés.

**1894** Segundo Imperio Japonés.

**1895** Segundo Imperio Japonés.

**1896** Segundo Imperio Japonés.

**1897** Segundo Imperio Japonés.

**1898** Segundo Imperio Japonés.

**1899** Segundo Imperio Japonés.

**1900** Segundo Imperio Japonés.

**1901** Segundo Imperio Japonés.

**1902** Segundo Imperio Japonés.

**1903** Segundo Imperio Japonés.

**1904** Segundo Imperio Japonés.

**1905** Segundo Imperio Japonés.

**1906** Segundo Imperio Japonés.

**1907** Segundo Imperio Japonés.

**1908** Segundo Imperio Japonés.

**1909** Segundo Imperio Japonés.

**1910** Segundo Imperio Japonés.

**1911** Segundo Imperio Japonés.

**1912** Segundo Imperio Japonés.

**1913** Segundo Imperio Japonés.

**1914** Segundo Imperio Japonés.

**1915** Segundo Imperio Japonés.

**1916** Segundo Imperio Japonés.

**1917** Segundo Imperio Japonés.

**1918** Segundo Imperio Japonés.

**1919** Segundo Imperio Japonés.

**1920** Segundo Imperio Japonés.

**1921** Segundo Imperio Japonés.

**1922** Segundo Imperio Japonés.

**1923** Segundo Imperio Japonés.

**1924** Segundo Imperio Japonés.

**1925** Segundo Imperio Japonés.

**1926** Segundo Imperio Japonés.

**1927** Segundo Imperio Japonés.

**1928** Segundo Imperio Japonés.

**1929** Segundo Imperio Japonés.

**1930** Segundo Imperio Japonés.

**1931** Segundo Imperio Japonés.

**1932** Segundo Imperio Japonés.

**1933** Segundo Imperio Japonés.

**1934** Segundo Imperio Japonés.

**1935** Segundo Imperio Japonés.

**1936** Segundo Imperio Japonés.

**1937** Segundo Imperio Japonés.

**1938** Segundo Imperio Japonés.

**1939** Segundo Imperio Japonés.

**1940** Segundo Imperio Japonés.

**1941** Segundo Imperio Japonés.

**1942** Segundo Imperio Japonés.

**1943** Segundo Imperio Japonés.

**1944** Segundo Imperio Japonés.

**1945** Segundo Imperio Japonés.

**1946** Segundo Imperio Japonés.

**1947** Segundo Imperio Japonés.

**1948** Segundo Imperio Japonés.

**1949** Segundo Imperio Japonés.

**1950** Segundo Imperio Japonés.

**1951** Segundo Imperio Japonés.

**1952** Segundo Imperio Japonés.

**1953** Segundo Imperio Japonés.

**1954** Segundo Imperio Japonés.

**1955** Segundo Imperio Japonés.

**1956** Segundo Imperio Japonés.

**1957** Segundo Imperio Japonés.

**1958** Segundo Imperio Japonés.

**1959** Segundo Imperio Japonés.

**1960** Segundo Imperio Japonés.

**1961** Segundo Imperio Japonés.

**1962** Segundo Imperio Japonés.

**1963** Segundo Imperio Japonés.

**1964** Segundo Imperio Japonés.

**1965** Segundo Imperio Japonés.

**1966** Segundo Imperio Japonés.

**1967** Segundo Imperio Japonés.

**1968** Segundo Imperio Japonés.

**1969** Segundo Imperio Japonés.

**1970** Segundo Imperio Japonés.

**1971** Segundo Imperio Japonés.

**1972** Segundo Imperio Japonés.

**1973** Segundo Imperio Japonés.

**1974** Segundo Imperio Japonés.

**1975** Segundo Imperio Japonés.

**1976** Segundo Imperio Japonés.

**1977** Segundo Imperio Japonés.

**1978** Segundo Imperio Japonés.

**1979** Segundo Imperio Japonés.

**1980** Segundo Imperio Japonés.

**1981** Segundo Imperio Japonés.

**1982** Segundo Imperio Japonés.

**1983** Segundo Imperio Japonés.

**1984** Segundo Imperio Japonés.

**1985** Segundo Imperio Japonés.

**1986** Segundo Imperio Japonés.

**1987** Segundo Imperio Japonés.

**1988** Segundo Imperio Japonés.

**1989** Segundo Imperio Japonés.

**1990** Segundo Imperio Japonés.

**1991** Segundo Imperio Japonés.

**1992** Segundo Imperio Japonés.

**1993** Segundo Imperio Japonés.

**1994** Segundo Imperio Japonés.

**1995** Segundo Imperio Japonés.

**1996** Segundo Imperio Japonés.

**1997** Segundo Imperio Japonés.

**1998** Segundo Imperio Japonés.

**1999** Segundo Imperio Japonés.

**2000** Segundo Imperio Japonés.

**2001** Segundo Imperio Japonés.

**2002** Segundo Imperio Japonés.

**2003** Segundo Imperio Japonés.

**2004** Segundo Imperio Japonés.

**2005** Segundo Imperio Japonés.

**2006** Segundo Imperio Japonés.

**2007** Segundo Imperio Japonés.

**2008** Segundo Imperio Japonés.

**2009** Segundo Imperio Japonés.

**2010** Segundo Imperio Japonés.

**2011** Segundo Imperio Japonés.

**2012** Segundo Imperio Japonés.

**2013** Segundo Imperio Japonés.

**2014** Segundo Imperio Japonés.

**2015** Segundo Imperio Japonés.

**2016** Segundo Imperio Japonés.

**2017** Segundo Imperio Japonés.

**2018** Segundo Imperio Japonés.

**2019** Segundo Imperio Japonés.

**2020** Segundo Imperio Japonés.

**2021** Segundo Imperio Japonés.

**2022** Segundo Imperio Japonés.

**2023** Segundo Imperio Japonés.

**2024** Segundo Imperio Japonés.

**2025** Segundo Imperio Japonés.

**2026** Segundo Imperio Japonés.

**2027** Segundo Imperio Japonés.

**2028** Segundo Imperio Japonés.

**2029** Segundo Imperio Japonés.

**2030** Segundo Imperio Japonés.

**2031** Segundo Imperio Japonés.

**2032** Segundo Imperio Japonés.

**2033** Segundo Imperio Japonés.

**2034** Segundo Imperio Japonés.

**2035** Segundo Imperio Japonés.

**2036** Segundo Imperio Japonés.

**2037** Segundo Imperio Japonés.

**2038** Segundo Imperio Japonés.

**2039** Segundo Imperio Japonés.

**2040** Segundo Imperio Japonés.

**2041** Segundo Imperio Japonés.

**2042** Segundo Imperio Japonés.

**2043** Segundo Imperio Japonés.

**2044** Segundo Imperio Japonés.

**2045** Segundo Imperio Japonés.

**2046** Segundo Imperio Japonés.

**2047** Segundo Imperio Japonés.

**2048** Segundo Imperio Japonés.

**2049** Segundo Imperio Japonés.

**2050** Segundo Imperio Japonés.

### Línea de tiempo

Esta instancia permite conocer cómo se ha construido el conocimiento científico a lo largo del tiempo y relacionarlo con diferentes eventos históricos ocurridos en el mundo.

### Laboratorio

Cada lección cuenta al menos con un laboratorio en el que podrás poner en práctica tus habilidades de investigación científica.

**LABORATORIO** Preparación de disoluciones de concentración conocida

**Materiales:** Agua destilada, NaCl, Balanza, Vaso de precipitados, Pipeta, Bureta, Matrazo Erlenmeyer, Papel filtro, Embudo, Vidrio de reloj.

**Reactivos:** Cloruro de sodio (NaCl).

**Procedimiento:**

1. Determinar la masa de sal (NaCl) necesaria para preparar la disolución.
2. Pesar la sal en una balanza analítica.
3. Transferir la sal a un vaso de precipitados.
4. Agregar agua destilada hasta completar el volumen deseado.
5. Mezclar bien la disolución.
6. Filtrar la disolución.
7. Transferir la disolución a un matrazo Erlenmeyer.
8. Etiquetar el matrazo.

**INTEGRA tus nuevos aprendizajes**

**Conocimientos:** Preparación de disoluciones de concentración conocida.

**Habilidades:** Preparación de disoluciones de concentración conocida.

**Actitudes:** Preparación de disoluciones de concentración conocida.

**1. El ácido clorhídrico (HCl) es un gas incoloro y corrosivo. Se prepara a partir de cloruro de sodio (NaCl) y ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). La reacción es:**

$$2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$$

**2. El ácido clorhídrico (HCl) es un gas incoloro y corrosivo. Se prepara a partir de cloruro de sodio (NaCl) y ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). La reacción es:**

$$2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$$

**3. El ácido clorhídrico (HCl) es un gas incoloro y corrosivo. Se prepara a partir de cloruro de sodio (NaCl) y ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). La reacción es:**

$$2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$$

**4. El ácido clorhídrico (HCl) es un gas incoloro y corrosivo. Se prepara a partir de cloruro de sodio (NaCl) y ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). La reacción es:**

$$2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$$

**5. El ácido clorhídrico (HCl) es un gas incoloro y corrosivo. Se prepara a partir de cloruro de sodio (NaCl) y ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). La reacción es:**

$$2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$$

**6. El ácido clorhídrico (HCl) es un gas incoloro y corrosivo. Se prepara a partir de cloruro de sodio (NaCl) y ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). La reacción es:**

$$2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$$

**7. El ácido clorhídrico (HCl) es un gas incoloro y corrosivo. Se prepara a partir de cloruro de sodio (NaCl) y ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). La reacción es:**

$$2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$$

**8. El ácido clorhídrico (HCl) es un gas incoloro y corrosivo. Se prepara a partir de cloruro de sodio (NaCl) y ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). La reacción es:**

$$2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$$

**9. El ácido clorhídrico (HCl) es un gas incoloro y corrosivo. Se prepara a partir de cloruro de sodio (NaCl) y ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). La reacción es:**

$$2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$$

**10. El ácido clorhídrico (HCl) es un gas incoloro y corrosivo. Se prepara a partir de cloruro de sodio (NaCl) y ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). La reacción es:**

$$2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$$

### Integra tus nuevos aprendizajes

Es una oportunidad para que sepas cómo te encuentras en tu proceso de aprendizaje, respecto de las nociones esenciales de la lección.

### Taller de ciencias

Se trata de actividades prácticas más complejas donde podrás aplicar diferentes habilidades como la observación, deducción, formulación de hipótesis y predicciones, análisis y otras.

**TALLER de ciencias** Preparando café

**Materiales:** Agua, Café, Taza, Cuchara, Vaso de precipitados, Pipeta, Bureta, Matrazo Erlenmeyer, Papel filtro, Embudo, Vidrio de reloj.

**Reactivos:** Cloruro de sodio (NaCl).

**Procedimiento:**

1. Preparar el café.
2. Observar el café.
3. Formular hipótesis.
4. Realizar predicciones.
5. Realizar experimentos.
6. Analizar los resultados.
7. Formular conclusiones.
8. Comunicar los resultados.

**TALLER de estrategias** Cómo dibujar proyecciones de Newman

**Objetivo:** Dibujar las proyecciones de Newman de los compuestos de la familia de los alkanos.

**Procedimiento:**

1. Dibujar la estructura plana del compuesto.
2. Identificar el eje de visión.
3. Dibujar la proyección de Newman.
4. Rotar el compuesto para obtener diferentes proyecciones.
5. Dibujar las proyecciones de Newman de los compuestos de la familia de los alkanos.
6. Rotar el compuesto para obtener diferentes proyecciones.
7. Dibujar las proyecciones de Newman de los compuestos de la familia de los alkanos.
8. Rotar el compuesto para obtener diferentes proyecciones.
9. Dibujar las proyecciones de Newman de los compuestos de la familia de los alkanos.
10. Rotar el compuesto para obtener diferentes proyecciones.

### Taller de estrategias

En las lecciones se presentan talleres en los que se te enseñará, paso a paso, cómo realizar un procedimiento propio de las ciencias y luego pondrás a prueba tus aprendizajes en la sección *Aplico*.



## Cierre de la unidad

### Ciencia, tecnología y sociedad en Chile y el mundo

Esta sección permite relacionar algunos de los temas trabajados en la unidad con aplicaciones tecnológicas e invitarte a reflexionar sobre sus implicancias sociales. En ella, también se destaca el trabajo científico realizado en Chile.

### Sintetiza tus aprendizajes

Corresponde a una instancia en la que podrás sintetizar los conocimientos, habilidades y actitudes más importante de la unidad. También, por medio de un mapa conceptual, se destacan las nociones esenciales de la unidad y se muestra cómo estas se relacionan entre sí.

**¿Qué aprendiste en la unidad?**

Responde	¿Qué aprendí?	¿Por qué es importante?

### Consolida tus aprendizajes

Para cerrar la unidad, se propone una instancia evaluativa de los contenidos en la que se miden, principalmente, habilidades como analizar, aplicar y crear.

**¿DÓNDE ESTÁ TU APRENDIZAJE?**

Responde	¿Dónde está tu aprendizaje?	¿Por qué es importante?

### Material de apoyo

Al final del texto se presenta una serie de herramientas cuyo objetivo es apoyar tu trabajo escolar a lo largo del año.

**Técnicas de laboratorio**

**Medición de líquidos**

Se utilizan cuando se necesitan para medir el volumen de líquidos, sólidos y gases. Para hacerlo, se debe observar el menisco formado por el líquido sobre la línea de graduación del recipiente utilizado.

La observación del menisco se ve mejor si forma parabólica, como que la línea de la línea debe quedar a la altura del menisco. Luego el volumen se lee en el punto en que el menisco toca la línea, se usa la graduación de la bureta o la escala o el alfiler del menisco.

• Bureta: se emplea principalmente en valoraciones de ácido-base. Está graduada en mililitros y centímetros de 0 a 50.

• Matraz aforado: se utiliza para medir con gran exactitud un volumen determinado por el alfiler.

• Pipeta: sirve para medir y transferir volúmenes de líquidos con precisión.

• Probeta: se utiliza para medir volúmenes y depositar líquidos.

**Taponaje de compuestos químicos**

Trabaja: el taponaje se realiza en el momento de transferir un compuesto de un recipiente a otro. La técnica utilizada para taponar el recipiente es la de la resaca de los recipientes taponados como de la naturaleza de la resaca.

• Es el caso de los recipientes aforados.

• Es recomendable utilizar una varilla de vidrio como puente entre los recipientes para evitar voladuras.

• Si el recipiente tiene una boca estrecha, se debe emplear un embudo limpio y seco para realizar el taponaje.

### Recursos complementarios

A lo largo de tu texto encontrarás códigos que podrás ingresar en la página <http://codigos.auladigital.cl> para ver los sitios web sugeridos, descubrir nuevas actividades y profundizar en tus aprendizajes.

# Mi ruta de aprendizaje

Marca con un ✓ en los casilleros en la medida que vayas logrando tus aprendizajes:

## Unidad 1. Disoluciones

### Lección 1. Propiedades generales de las disoluciones

#### Tema 1. Disoluciones químicas

¿Reconozco las propiedades de una disolución según su estado físico y sus componentes: soluto y disolvente?

#### Tema 2. Solubilidad y concentración

¿Comprendo el concepto de solubilidad y los factores que la afectan?

¿Puedo determinar la concentración de una disolución (cantidad de soluto)?

#### Tema 3. Reacciones en disolución

¿Identifico las reacciones que pueden ocurrir en una disolución?

¿Puedo expresar las reacciones mediante ecuaciones químicas y realizar cálculos estequiométricos?

### Lección 2. Propiedades coligativas de las soluciones

#### Tema 1. Propiedades coligativas

¿Evidencié experimentalmente las propiedades coligativas de las disoluciones en procesos cotidianos e industriales?

**Indagación científica transversal:** ¿Logré encontrar una solución química amigable con el medio ambiente para el problema del congelamiento de calles y veredas?

## Unidad 2. Química orgánica

### Lección 1. Bases de la química orgánica

#### Tema 1. El átomo de carbono

¿Comprendo las bases de la química del carbono a partir de sus propiedades particulares?

#### Tema 2. Los compuestos orgánicos

¿Puedo clasificar, nombrar y modelar compuestos orgánicos, según su clasificación en grupos funcionales?

### Lección 2. Estereoquímica e isomería

#### Tema 1. Isómeros y estereoisómeros

¿Distingo, represento en dos y tres dimensiones, y explico las propiedades de diferentes isómeros ?

**Indagación científica transversal:** ¿Logré descubrir experimentalmente una forma de identificar la sacarosa en los alimentos con el fin de utilizar mi investigación para promover un consumo saludable de azúcar ?

# 1 DISOLUCIONES



¡Oh! ¡Vamos a ayudarla!

¿Qué pasó?



Todos los años es la misma cuestión! ¿Cuándo harán algo para solucionar esto?

¿Señora, está bien?

Sí, gracias. Estoy bien, tranquilos, váyanse a clase.

¿Seguro está bien?



Pobre señora, menos mal no le pasó nada...

Igual tiene razón... Algo se tiene que hacer.



### Propósito de la unidad

Comprender la importancia de las mezclas o disoluciones químicas y reconocerlas, ya que estas se presentan en todos los procesos químicos de la naturaleza y de nuestro cuerpo, cumpliendo funciones primordiales para la vida, y también permitiendo el desarrollo de la industria y la medicina.

Conocer qué son las disoluciones químicas, los diferentes estados en los que se encuentran, los componentes que las forman, cómo expresar la cantidad de dichos componentes en el interior de la mezcla, qué reacciones ocurren en ellas, cómo la concentración del soluto hace que varíen algunas propiedades de las disoluciones con respecto al disolvente puro y las diversas aplicaciones que tienen estas propiedades en la industria para el beneficio de todos.

## INDAGACIÓN científica transversal

Los países donde las temperaturas alcanzan niveles muy bajos se ven obligados a tomar medidas para proteger a los transeúntes y los automovilistas, pues las calles, al tener una capa de hielo, constituyen un peligro, pudiendo ser la causa de graves accidentes. En algunas ciudades, más previsivamente, añaden aditivos a las calles previo a las nevadas y en otros sitios toman las medidas a posteriori. Te invitamos a investigar sobre este tema a lo largo de esta unidad.



- Reúnanse en grupos de cinco personas y respondan las siguientes preguntas acerca de la investigación que llevarán a cabo, a lo largo de esta unidad, basándose en sus conocimientos previos de Ciencias y de un proceso de investigación. Preséntenlas y coméntenlas frente al curso.

¿Cuál es mi pregunta de investigación? (Ver página 227)	¿Qué aprenderé por medio de esta investigación?	¿Para qué me servirá?

¿Qué estrategias voy a seguir?	¿Qué dificultades podría tener en el proceso de investigación?	¿Cómo solucionaré dichas dificultades?

**Conocimientos:**

- Identificación de mezclas y compuestos puros.
- Identificación de tipos de enlaces.
- Nomenclatura inorgánica.
- Estructura de Lewis.

**Habilidades:**

Clasificar, analizar, aplicar, inferir, desarrollar y usar modelos e investigar.

**Actitudes:**

- Curiosidad e interés por conocer y comprender fenómenos del entorno.
- Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.

1. A continuación, encontrarás imágenes de productos que probablemente tienes en tu casa, porque son de uso común. Observa con atención y recuerda lo que sabes de ellos.



Cloruro de sodio (sal común)



Sacarosa (azúcar)



Bicarbonato de sodio



Hidróxido de sodio (soda cáustica)



Peróxido de hidrógeno (quitamanchas)

**Desarrolla y usa modelos**

a) Escribe la fórmula química de cada compuesto y dibuja en los recuadros su estructura de Lewis.

Cloruro de sodio	Sacarosa	Bicarbonato de sodio
Hidróxido de sodio		Peróxido de hidrógeno

Analiza, aplica e infiere

b) Completa la siguiente tabla basándote en la fórmulas y estructuras de la actividad de la página anterior:

Sustancia	Átomos presentes	Configuración electrónica de cada átomo	Electrones de valencia	Estado	Tipo de enlace
Cloruro de sodio					
Sacarosa					
Bicarbonato de sodio					
Hidróxido de sodio					
Peróxido de hidrógeno					

### Mi nivel de desempeño inicial

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con  el nivel de desempeño correspondiente. Pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítems	Habilidades	Nivel de desempeño
Escribí las fórmulas y estructuras correctamente.	a)	Desarrollar y usar modelos	<input type="checkbox"/> <b>L:</b> 10 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> <b>ML:</b> entre 6 y 9 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> <b>PL:</b> entre 1 y 5 respuestas correctas.
Identifiqué los diferentes átomos que conforman un compuesto y sus propiedades electrónicas.	b)	Analizar y aplicar	<input type="checkbox"/> <b>L:</b> 42 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> <b>ML:</b> entre 21 y 41 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> <b>PL:</b> entre 1 y 20 respuestas correctas.
Identifiqué el o los tipos de enlaces presentes en los compuestos y reconocí el estado en que se encuentran.	b)	Analizar, aplicar e inferir	<input type="checkbox"/> <b>L:</b> 10 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> <b>ML:</b> entre 6 y 9 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> <b>PL:</b> entre 1 y 5 respuestas correctas.

L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr

### Autoevaluación

- Según los resultados, ¿qué conocimientos y habilidades debes reforzar para enfrentar los nuevos aprendizajes?, ¿cómo lo puedes hacer? Comenta con tus compañeros y compañeras.
- ¿Qué otras habilidades y actitudes crees que son importantes para aprender ciencias? Elaboren un listado en la pizarra y coméntenlas. ¿Son habilidades y actitudes que han desarrollado los años anteriores?, ¿cómo pueden desarrollarlas?

### Coevaluación

- ¿Cuáles son las etapas de una indagación científica? Los invitamos a recordarlas, leyendo las páginas 227 a 231. Luego evalúen su desempeño el año anterior en estas habilidades, completando colectivamente la tabla que el docente proyectará en la pizarra.

## ¿Qué estudiarás en esta unidad?

El estudio de las disoluciones es una parte fundamental de la Química, ya que la mayoría de las cosas están compuestas por una o más disoluciones. No existen casi compuestos puros en la naturaleza, así que el poder caracterizar y clasificar a ese tipo de mezclas es muy importante, porque

nos permite conocer la identidad y cantidad de los componentes, el tipo de reacciones que se pueden producir en disolución y predecir los efectos que se esperarán en las propiedades de estas mezclas en comparación con los compuestos puros.

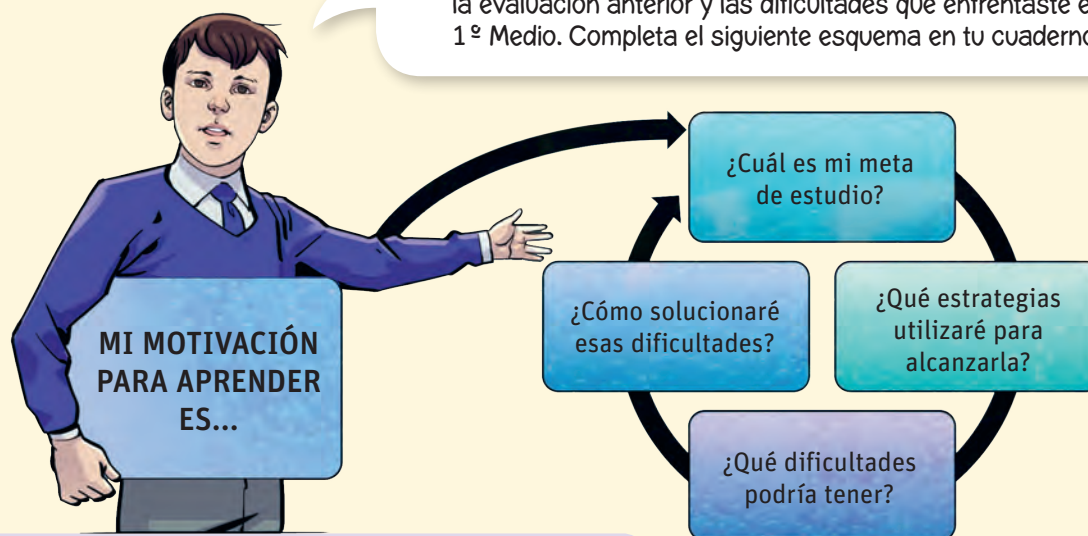
### ¿Qué aprenderé?

### ¿Cómo lo aprenderé?

CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES	ACCIONES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qué son las disoluciones químicas y cuáles son sus propiedades, así como las reacciones que ocurren en disolución.</li> <li>• Cómo predecir la cantidad de producto que se obtendrá a partir de los reactivos iniciales en las reacciones que ocurren en disolución.</li> <li>• Qué son las propiedades coligativas y la importancia que tienen en los procesos cotidianos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar</li> <li>• Identificar</li> <li>• Analizar</li> <li>• Calcular</li> <li>• Clasificar</li> <li>• Comparar</li> <li>• Aplicar</li> <li>• Deducir</li> <li>• Predecir</li> <li>• Interpretar</li> <li>• Argumentar</li> <li>• Explicar</li> <li>• Investigar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Curiosidad e interés por conocer y comprender fenómenos del entorno.</li> <li>• Creatividad.</li> <li>• Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.</li> <li>• Responsabilidad y respeto en el trabajo colaborativo.</li> <li>• Pensamiento crítico.</li> <li>• Uso responsable y efectivo de las TICs.</li> <li>• Valoración y cuidado de la salud.</li> <li>• Reconocimiento de la importancia del entorno natural y sus recursos.</li> <li>• Valoración e interés por los aportes de hombres y mujeres al conocimiento científico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantear ejemplos</li> <li>• Resolver problemas</li> <li>• Experimentar</li> <li>• Investigar</li> <li>• Plantear hipótesis</li> <li>• Plantear preguntas de investigación</li> <li>• Evaluar resultados experimentales y teóricos</li> <li>• Desarrollar modelos</li> <li>• Aplicar conceptos científicos a la vida cotidiana</li> </ul>

## ¿Cómo te gustaría protagonizar tu propio aprendizaje?

Para desarrollar estos conocimientos, habilidades y/o actitudes, es importante reconocer qué te motiva a estudiar y a partir de allí plantearte metas. Define una meta que te gustaría lograr, considerando tu motivación, el resultado que obtuviste en la evaluación anterior y las dificultades que enfrentaste en 1º Medio. Completa el siguiente esquema en tu cuaderno.





# PROPIEDADES GENERALES DE LAS DISOLUCIONES

La mayoría de las sustancias que podemos identificar en nuestro entorno no se encuentran puras, sino en forma de mezclas de dos o más componentes, ya sean líquidos, sólidos o gaseosos, desde el aire que respiramos, hasta la mayoría de los materiales con que están confeccionados los objetos que usamos a diario. Por eso es tan importante estudiarlas. En esta lección conocerás qué son las disoluciones, cuáles son sus características y principales propiedades, y cómo clasificarlas según la cantidad de cada uno de sus componentes.



## ACTIVA tus conocimientos previos

**Conocimientos:**

- Identificación de los tipos de mezclas.
- Clasificación de mezclas atendiendo a diferentes criterios.

**Habilidades:**

Analizar, clasificar, comparar, aplicar, formular hipótesis, desarrollar modelos y crear.

**Actitudes:**

- Reconocimiento de la importancia del entorno natural y sus recursos.

1. Observa detenidamente las siguientes imágenes:



↑ Agua de mar



↑ Oro



↑ Aire



↑ Blanqueador



↑ Agua con aceite



↑ Viruta de hierro con arena

Analiza y compara

a) ¿Qué tienen en común todas ellas?

---



---



---

**Clasifica**

b) De acuerdo con lo que aprendiste el año pasado, separa las imágenes en sustancias puras y en mezclas

Sustancias puras	Mezclas

**Clasifica**

c) Clasifica las mezclas en homogéneas o heterogéneas.

Mezclas homogéneas	Mezclas heterogéneas

**Compara, aplica y formula hipótesis**

d) Identifica cuáles son los componentes de algunas de las mezclas y plantea posibles métodos para separarlos.

---



---



---

**Aplica, desarrolla modelos y crea**

e) En la dieta moderna, los alimentos suelen tener un porcentaje de ácidos grasos omega-6, los cuales, cuando son muy altos, provocan problemas de salud. En grupos de tres personas investiguen sobre los ácidos grasos del tipo omega 6 y diseñen un modelo, usando plasticina y palos de fósforos, que sea adecuado para representar a toda esta familia.

**¿Cómo empiezas?**

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítems	Habilidades	Nivel de desempeño
Identifiqué mezclas.	a)	Analizar y comparar	<input type="checkbox"/> L: ítem correcto. <input type="checkbox"/> ML: ítem parcialmente correcto. <input type="checkbox"/> PL: ítem incorrecto.
Clasifiqué mezclas atendiendo a varios criterios.	b) y c)	Clasificar	<input type="checkbox"/> L: 2 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 1 ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
Reconocí los componentes de una mezcla y el tipo de mezcla que forman.	d) y e)	Comparar, aplicar, formular hipótesis y desarrollar modelos	<input type="checkbox"/> L: 2 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 1 ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr			

**Autoevaluación**

¿Te preocupas del medioambiente? Marca las acciones que sí haces.

- Cuido el entorno natural, sin dañar a las plantas ni ensuciar.
- En parques, plazas y zonas naturales echo las basuras en los basureros y contenedores de reciclaje.
- Reciclamos en mi casa.
- Apago la luz cuando salgo de una habitación.
- Cierro bien las llaves de agua si no las estoy usando y me preocupo de que no goteen.
- Participo en grupos o actividades de protección del medio ambiente.

Compartan y comenten sus respuestas.

# Línea de tiempo QUÍMICA DE

QUÍMICA DE LAS DISOLUCIONES



**John Dalton**  
(Reino Unido)

formula la ley de Dalton o ley de las presiones parciales



**William Henry**  
(Reino Unido)

postula la ley que lleva su nombre, la cual indica que la solubilidad de un gas es proporcional a la presión.



**John Matthews**  
(EE.UU)

crea la primera bebida gaseosa al mezclar agua, gas carbónico y saborizante.



**John Tyndall**  
(Irlanda)

explica cómo algunas partículas coloidales son visibles cuando provocan la refracción de la luz (efecto Tyndall).



1801

**Napoleón gobierna en Francia como cónsul, después de haber dado un golpe de Estado en 1799.**

**Primera Revolución Industrial.**



1803



1832 - 1869

**Primera Revolución industrial.**

AÑO

CONTEXTO HISTÓRICO



**Charles Phillips**  
(Reino Unido)

saca a la venta uno de los primeros antiácidos conocido como leche de magnesia Phillips.



**Satori Kato**  
(EE.UU.)

patenta el primer café soluble.



**Max Born**  
(Alemania)

postula el primer modelo de interacción ion-disolvente.



1880

**Segunda Revolución Industrial. Wabash, en Estados Unidos, es la primera ciudad en contar con luz eléctrica.**

**Imperialismo.**



1901

**Imperialismo.**



1920

**Entra en vigencia el Tratado de Versalles con el que se pone fin a la Primera Guerra Mundial.**

**Felices años 20.**

QUÍMICA DE LAS DISOLUCIONES

AÑO

CONTEXTO HISTÓRICO

# LAS DISOLUCIONES



## Johannes de Van der Waals

(Holanda)

realiza el estudio de fuerzas intermoleculares que posteriormente recibirán su nombre.



1873

**Segunda Revolución Industrial.**



## Fritz London

(EE.UU.)

estudia las fuerzas de dispersión y postula modelos sobre su naturaleza.



1930

**La caída de la bolsa de Nueva York en 1929 se transforma en un fenómeno de alcances mundiales.**

**Dictadura de Stalin en Rusia y de Mussolini en Italia.**



1938

**Dictaduras de Stalin en Rusia, Mussolini en Italia y Hitler en Alemania.**

## Reflexionen

1. A partir de esta línea de tiempo, ¿a qué conclusión pueden llegar respecto de la relación que existe entre desarrollo científico y desarrollo industrial?
2. Analicen esta línea de tiempo y las de las lecciones siguientes (ver páginas 70-71, 118-119 y 172-173). Observen a los científicos involucrados. ¿Les llama algo la atención?, ¿por qué creen que no hay ninguna mujer?

Los invitamos a organizar una investigación y un debate en conjunto con el área de Historia sobre el tema de la participación y aporte de las mujeres en el ámbito científico. Consideren aspectos como los siguientes:

- ▶ Mujeres que hayan aportado al desarrollo de la Química en la historia (nombre, nacionalidad, época en que vivió, aportes a la disciplina).
- ▶ Posibles explicaciones de la falta de participación de mujeres en épocas pasadas.
- ▶ Presencia de la mujer hoy en día en las investigaciones científicas y tecnológicas.

## Las mezclas

### Objetivos

- Descubrir los componentes de una disolución.
- Observar y describir detalladamente las características de objetos, procesos y fenómenos del mundo natural y tecnológico, usando los sentidos.

### Habilidades

Observar, inferir y argumentar.

### Actitudes

Curiosidad e interés por conocer y comprender fenómenos del entorno. Valoración y cuidado de la salud.

### ¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos me ayudarán a realizar esta actividad?

## Me preparo para aprender

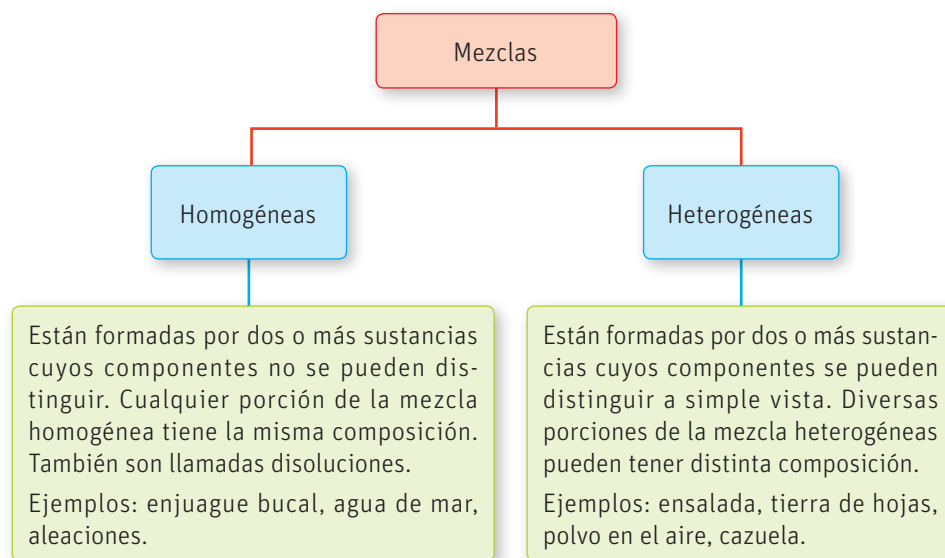
Casi todos los días usamos el hervidor para calentar el agua con el que hacemos el té o cocinamos los alimentos. Sin embargo, muy pocas veces nos damos cuenta de que un sólido blanco se va acumulando en el fondo. A este sólido se le conoce como sarro.

1. Observa atentamente el fondo del hervidor o de la tetera de tu casa y, luego, responde:



- a. ¿Qué observas? Escribe los detalles del interior de tu hervidor en este espacio
  - b. ¿De dónde crees que sale ese sólido que está en el fondo del hervidor?
  - c. En base a tus observaciones, ¿crees que el agua de la llave es una sustancia pura o una mezcla?
  - d. Si es una mezcla, ¿cuál crees que es el componente que está en mayor cantidad?
  - e. Investiga sobre los efectos del sarro en la salud y de acuerdo a lo que encuentres plantea si es necesario eliminar el sarro del hervidor o no. Discute tus conclusiones con tus compañeros y compañeras, y anota los resultados más importantes.
2. ¿Qué características debe tener la observación en las ciencias y cuál es su importancia para los procesos de investigación?

Las mezclas, a diferencia de las sustancias puras, están formadas por dos o más componentes y se dividen de la siguiente forma:



Existen otros tipos de mezclas que, a pesar de tener un aspecto homogéneo, son consideradas mezclas heterogéneas debido al tamaño de sus partículas. Son las llamadas **coloides**. En este tipo de mezcla, las partículas permanecen suspendidas pero no se ven, pues su tamaño alcanza entre 1 y 1 000 nm. Las emulsiones, como la mayonesa o las cremas para el rostro, son ejemplos de coloides.

### RECUERDA

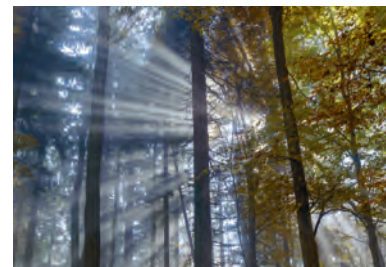
La materia se divide en sustancias puras y en mezclas. Las sustancias puras pueden ser elementos o compuestos, y tienen una composición fija, lo que les da propiedades específicas y constantes.

### Grandes ideas de la ciencia

“**Toda la materia del Universo está compuesta de partículas muy pequeñas**”.

El efecto Tyndall corresponde a un fenómeno físico estudiado en 1869 por el físico irlandés John Tyndall, que explica cómo algunas partículas coloidales son visibles cuando provocan la refracción de la luz. Ejemplos de ello son las partículas que percibimos en un ambiente con neblina cuando entran rayos de sol.

- Recuerda y/o investiga dónde más has visto ese efecto en la vida diaria. Discute con tus compañeros los ejemplos que encuentres.



## Actividad

### Objetivo

Identificar diferentes tipos de coloides habituales en el entorno.

### Habilidades

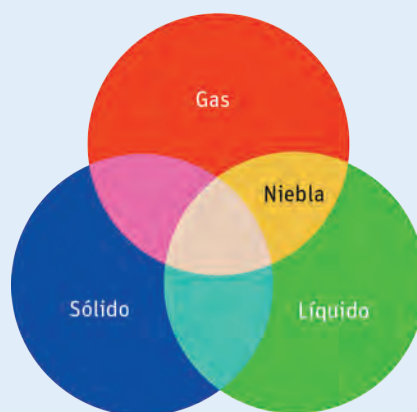
Observar, ordenar y argumentar.

### Actitudes

Curiosidad e interés por conocer y comprender los fenómenos del entorno.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos me ayudarán a realizar esta actividad?**

1. Identifica al menos seis mezclas en tu entorno que sean coloides. Ubícalas dentro del siguiente diagrama según la fase de sus componentes y explica por qué les diste dicha ubicación. (Ej. La niebla son pequeñas gotas de agua dispersas en el aire).



2. ¿Qué ventajas tiene el uso de diagramas en el aprendizaje de las ciencias?

## Disoluciones químicas

### Objetivo

Recordar los conocimientos de tipos de enlace y fuerzas intermoleculares.

### Habilidades

Analizar, evaluar e investigar.

### Actitud

Pensamiento crítico.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?**

### Simbología



Cloruro de cobre ( $\text{CuCl}_2$ )

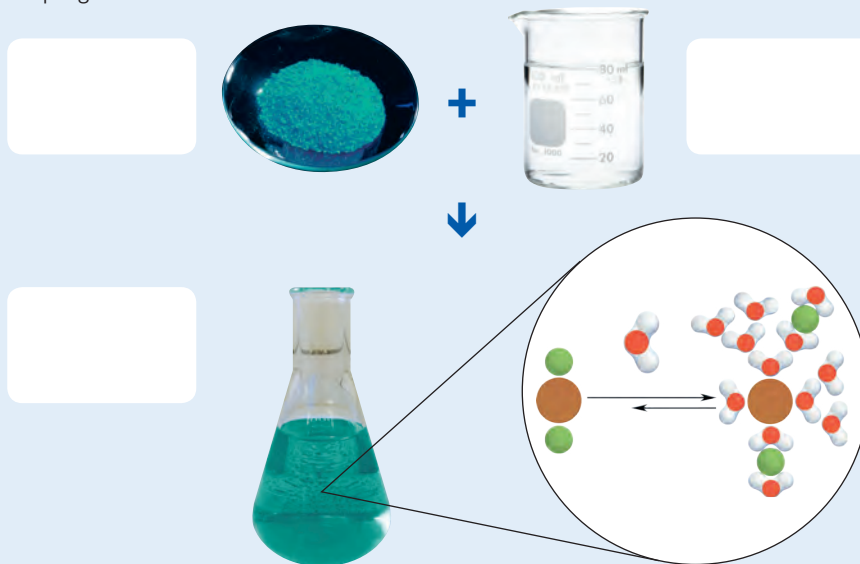


Agua ( $\text{H}_2\text{O}$ )

## Me preparo para aprender

Las mezclas homogéneas también reciben el nombre de disoluciones y están conformadas por la unión de al menos dos componentes. El que se encuentra en mayor cantidad se denomina **disolvente** y el que se encuentra en menor cantidad se denomina **soluto**. Los componentes que se muestran en las fotografías, al mezclarlos, forman una **disolución**.

1. Reúnanse en grupos y analicen la siguiente imagen. En ella se observa un sólido que corresponde al cloruro de cobre y un vaso de precipitado con agua. Identifica en los casilleros blancos el soluto, el disolvente y la disolución. Luego, contesten las preguntas.



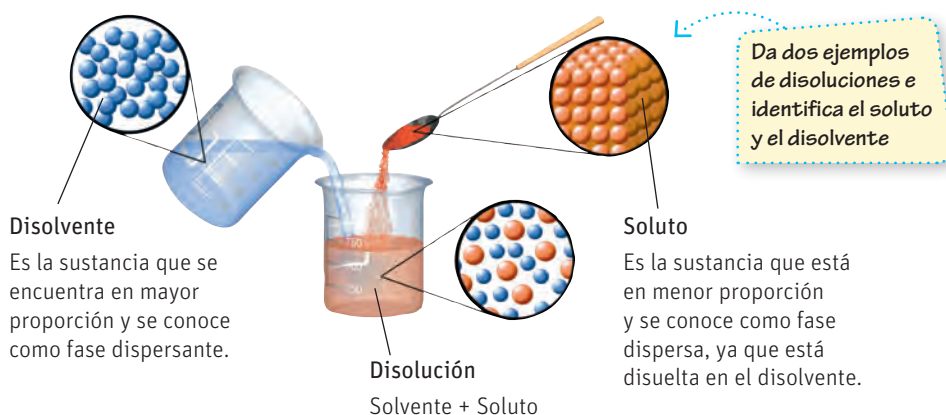
- a. ¿Que tipo de enlaces están presentes en la molécula de cloruro de cobre?

- b. Describan, usando la simbología, lo que está sucediendo en la imagen ampliada. ¿Qué tipo de interacciones creen que están ocurriendo al momento de disolver el  $\text{CuCl}_2$  en agua?

- c. Investiguen más sobre las fuerzas intermoleculares y evalúen su respuesta anterior. Identifiquen qué otras fuerzas no tuvieron en cuenta la primera vez y comparen con las respuestas de otros grupos.

2. A partir de lo desarrollado en la actividad anterior, ¿en qué consiste la habilidad de analizar?, ¿qué pasos llevaron a cabo para aplicarla?

Las disoluciones químicas son mezclas homogéneas, por lo tanto, corresponden a la mezcla de dos o más sustancias con una composición uniforme.



### RECUERDA

Una molécula polar es aquella donde los electrones no están compartidos de igual manera en el enlace covalente, porque un átomo los atrae con más fuerza que el otro, formando “polos” eléctricos. Por el contrario, una molécula apolar presenta igual distribución de los electrones en el enlace covalente y no tiene momento dipolar; este fenómeno está dado por la electronegatividad de los elementos que conforman la molécula y por la forma en que están enlazados.

La explicación del proceso de disolución se fundamenta en las interacciones que se establecen entre soluto y disolvente y que son conocidas como fuerzas intermoleculares.

## ¿Qué son las fuerzas intermoleculares?

Las fuerzas intermoleculares son fuerzas electrostáticas que se establecen entre las moléculas y son las que determinan en qué estado se va a encontrar una sustancia, además de otras propiedades macroscópicas de la materia como la temperatura de fusión o ebullición, la solubilidad, etc.

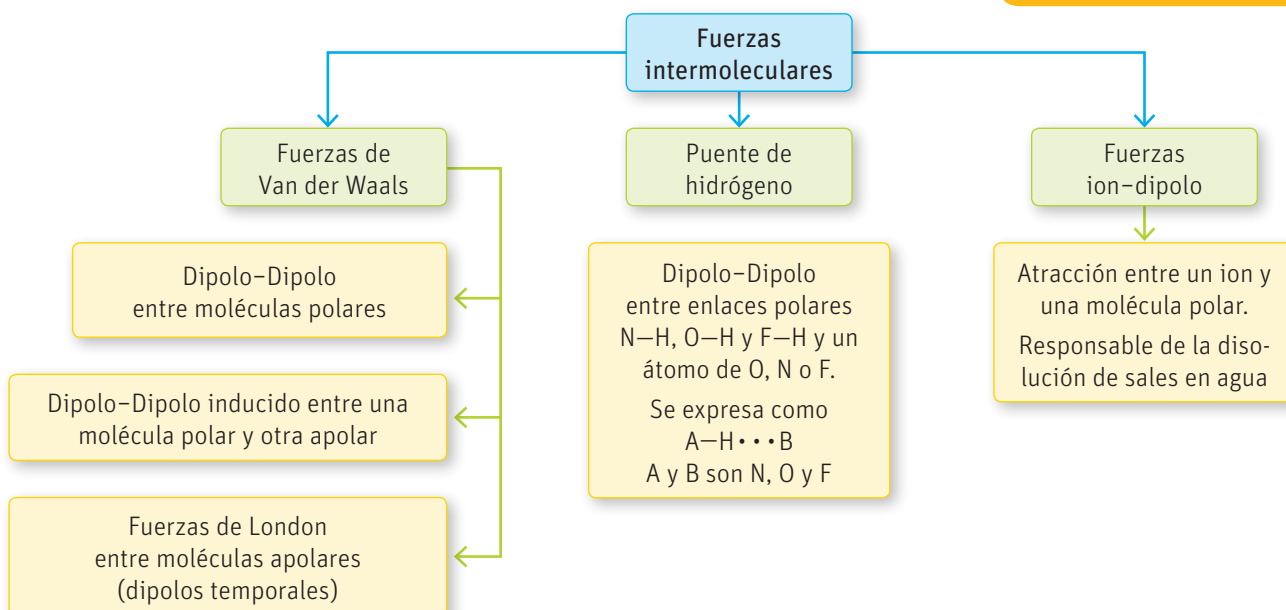
Las fuerzas intermoleculares se pueden separar en tres tipos principalmente, según la naturaleza de las moléculas presentes en el compuesto, como se muestra en el siguiente diagrama:

### Grandes ideas de la ciencia

“El movimiento de un objeto depende de las interacciones en que participa”.

Así como en el Universo el movimiento de los astros depende de fuerzas gravitacionales, a nivel molecular depende de las fuerzas intermoleculares.

- Analiza el tipo de fuerzas que se describen en esta página y compáralas, buscando semejanzas y diferencias, con las fuerzas del Universo. Pídele ayuda a tu profesor de Física. Compartan sus conclusiones en clases. ¿Están de acuerdo con la validez de esta idea? ¿Creen que efectivamente aplica tanto a nivel macro como micro?



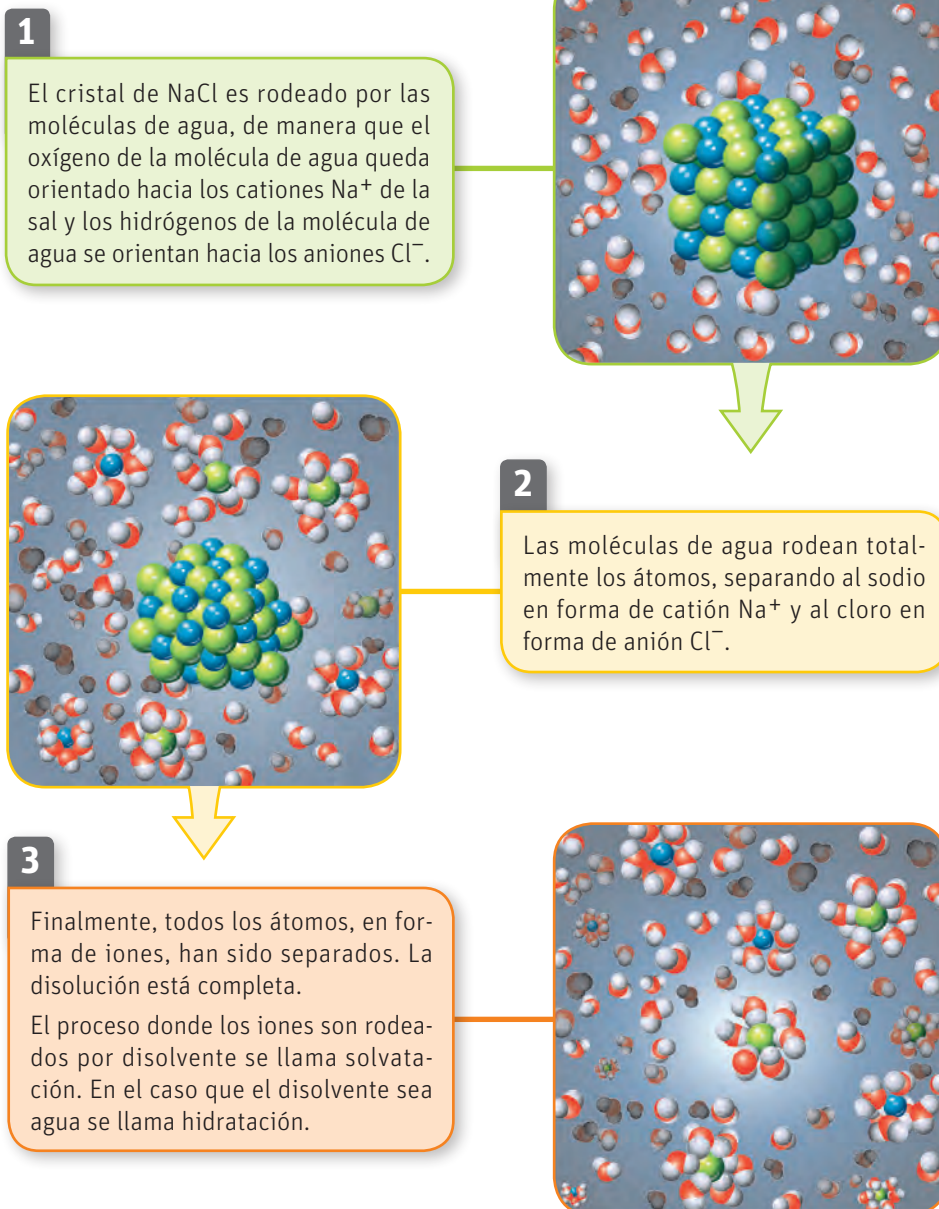
Por lo general, se puede decir que en forma relativa las fuerzas ion-dipolo son más fuertes que las de puente de hidrógeno y a su vez, estas son más fuertes que las de Van der Waals.



## El proceso de disolución

La disolución es el proceso donde las partículas de soluto se dispersan de manera homogénea en el interior del disolvente. Para que este proceso ocurra, es necesario que las fuerzas intermoleculares que se establecen entre el soluto y el disolvente sean mayores que las fuerzas que mantienen unidas entre sí a las moléculas de cada uno de ellos (soluto y disolvente) de manera independiente.

Un ejemplo común es la interacción ion-dipolo que se produce cuando mezclamos agua con sal de mesa (NaCl). A continuación, te mostramos gráficamente cómo ocurre el proceso.



Nomenclatura



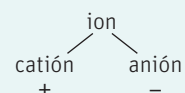
### RECUERDA

Un átomo neutro tiene igual cantidad de protones y electrones.

Los iones son átomos o moléculas con carga, porque no tienen la misma cantidad de protones y electrones.

Un catión es un átomo o molécula con carga positiva, porque ha perdido uno o más electrones. Al contrario, un anión es un ion con carga negativa, porque ha ganado uno o más electrones.

Los compuestos con enlaces iónicos siempre forman iones al disolverse en agua.



### Grandes ideas de la ciencia

**“Toda la materia del Universo está compuesta de partículas muy pequeñas”.**

Max Born (1882–1970), físico y matemático alemán, en 1920, fue el primero en crear un modelo para la disolución de sales, planteando que los iones eran pequeñas esferas con carga. En 1954 se ganó el premio nobel de Física por sus aportes en el área.

- Simula el proceso de disolución usando plumavit. Rompe una lámina de plumavit en pequeñas partes y pinta algunos (pocos) de esos pedazos de colores. Al restante que queda blanco (que es la mayoría) aplícale un poco de pegamento que simule las fuerzas intermoleculares. Mezcla todo en una bolsa y observa cómo quedan distribuidos los pedazos de colores. Con relación a los blancos, ¿el modelo sirvió para explicar el proceso de disolución? Con lo que has aprendido, ¿qué mejorarías para lograr un modelo más adecuado?

### CONECTANDO CON...

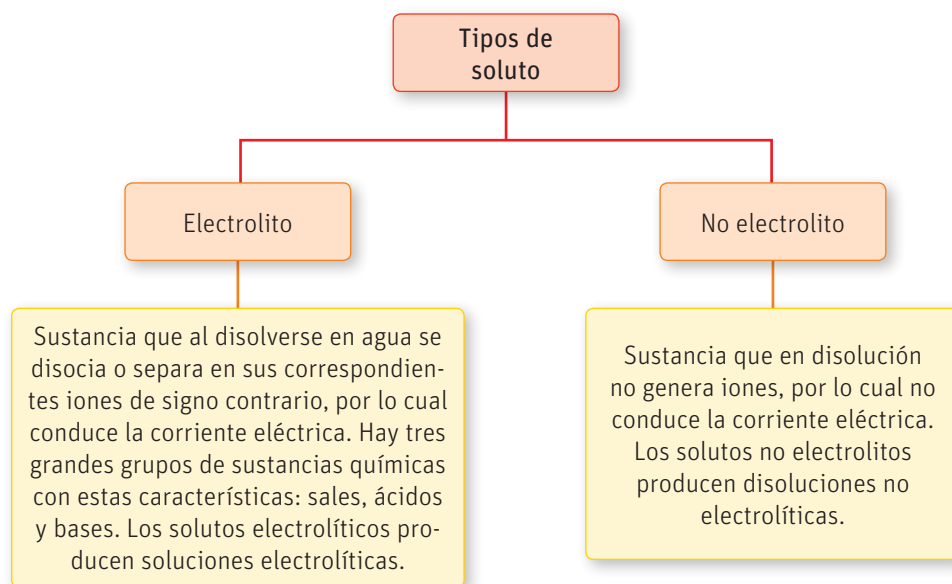
#### Las TICs

Ingresa el código 18TQ2M024A en la página web de tu libro y observa una animación sobre el proceso de disolución de sólidos.

## El soluto y su efecto en la disolución

Las disoluciones químicas tienen propiedades que dependen de la naturaleza del soluto y otras que son independientes de él. Entre las que dependen de la naturaleza del soluto tenemos el color, el sabor y las propiedades electrolíticas.

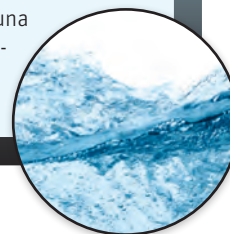
Las propiedades electrolíticas son aquellas relacionadas con la conductividad eléctrica, es decir, la capacidad de un material para permitir el paso de la corriente eléctrica a través de él. El agua pura no tiene la capacidad de conducir la corriente eléctrica, a diferencia de muchas disoluciones acuosas que sí, por lo tanto, podemos deducir que la conductividad de la disolución acuosa dependerá del soluto disuelto, es decir, será este el que determinará si la mezcla es conductora o no. Un soluto que genera una solución acuosa capaz de conducir la corriente eléctrica se conoce como electrolito.



### Muy interesante...

El agua pura no conduce la corriente eléctrica, sin embargo, sabemos que si hay agua y corriente estamos en peligro, aunque el agua sea el agua pura embotellada.

Esto se debe a que el agua que consumimos a diario no es agua 100 % pura. El hecho de que el agua esté "purificada", no quiere decir que sea  $H_2O$  al 100 %; solo indica que no tiene impurezas ni agentes biológicos nocivos para la salud y que es apta para el consumo. Pero en su composición aún quedan varias sales y minerales disueltos, y son ellos precisamente quienes convierten esa "agua pura" en una disolución electrolítica capaz de conducir la corriente.



### CONECTANDO CON...

#### El medio ambiente

El agua potable no está compuesta solo de moléculas de agua. Tiene otras sustancias como sales de calcio y magnesio que le dan, entre otras cosas, ese sabor característico. Chile es un país que tiene aguas con un alto contenido de este tipo de sales. A esto se le conoce como agua dura.

## Actividad

### Objetivo

Investigar sobre las propiedades electrolíticas.

### Habilidades

Investigar, procesar y registrar evidencias, usar instrumentos y TICs, comunicar y predecir.

### Actitudes

Responsabilidad y respeto en el trabajo colaborativo.

- Reunidos en grupos investiguen en Internet sobre experimentos sencillos que evidencien la conductividad eléctrica de las disoluciones acuosas y realicen las siguientes actividades, apoyándose del contenido de las páginas 227 a 231 del Texto:
  - Escojan dos de ellos y presenten un informe que contenga: problema y pregunta de investigación, hipótesis, materiales y procedimiento.
  - Ejecuten uno de ellos con la ayuda de su profesor o profesora. Completen un informe con los resultados observados, el análisis de la evidencia (expliquen el tipo de solución que condujo la corriente eléctrica y por qué) y una evaluación respecto de la investigación desarrollada.
- ¿Podrían predecir con antelación si una disolución acuosa será buena conductora de la corriente eléctrica, sabiendo cuál es el soluto disuelto y la concentración a la que se encuentra? Expliquen detalladamente.
- ¿Qué etapas de investigación aplicaron en esta actividad? ¿Cuáles les parecieron más difíciles y por qué?, ¿cómo pueden mejorar?

## Estados físicos de las disoluciones

### Objetivo

Identificar los diferentes estados de las disoluciones.

### Habilidades

Analizar y argumentar.

### Actitudes

Pensamiento crítico.

### Me preparo para aprender

El naufragio del *Titanic* en el año 1912 ha sido una de las catástrofes marítimas más grandes de la historia, donde un barco construido con la más alta tecnología de la época, se hundió en menos de tres horas, causando la muerte de más de 1500 personas. Muchas teorías han salido al respecto sobre las causas del accidente y a continuación resumimos algunas de ellas.

1. Lean el siguiente texto en grupos y respondan las preguntas. Luego, coméntenlas todo el curso:

## El hundimiento del *Titanic*

### ¿Una mezcla de errores o un error de mezcla?

La construcción del *Titanic* se produjo en un período de transición entre el uso de acero y el de hierro forjado para la construcción naval, por lo que se emplearon ambos materiales. El acero dulce era el tipo más empleado de acero para la construcción de los buques de la época. Al tener un contenido en carbono que no supera el 0,25 %, era ideal para darle forma, ya que no era ni demasiado frágil ni demasiado maleable. Al analizar el acero recuperado del *Titanic* en una expedición en el año 1991 y estudiando las características mecánicas del material, un equipo de científicos descubrió que a la temperatura a la que estaba el agua cuando el *Titanic* chocó con el *iceberg* ( $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), el acero se volvía frágil. Este dato lo acompañaron con un análisis de la composición del acero del *Titanic* que indicaba que los niveles de azufre y fósforo eran superiores a los del acero moderno. Por último, al compararlo con acero actual se dieron cuenta de que el acero del barco era más frágil de lo normal.

Otro factor influyente en esta tragedia fueron las condiciones climáticas. El efecto de la mezcla de dos corrientes marítimas generó una niebla que impidió al vigía divisar el *iceberg* antes (avisó solo a 600 m de distancia) y no permitió al *Californian* (el barco más cercano) entender las señales de auxilio.

Por último, ¿el choque con el *iceberg*! Los análisis de los restos del barco han demostrado que el hielo rozó todo el lado izquierdo haciendo pequeños cortes en seis compartimentos, lo que causó la total inundación del barco. Los científicos opinan que de haber continuado el curso, sin

tratar de esquivar la masa de hielo, el daño hubiese sido mayor, pero el barco hubiese resistido y no se hubiera hundido.

Finalmente, ¿crees tú que el hundimiento del *Titanic* fue debido a una sola causa, o a la suma de todas ellas?



- a. Enumeren las disoluciones de las cuales se hace referencia en el artículo anterior.

- b. Identifiquen los estados en que se encuentran el soluto y el disolvente de cada una de las disoluciones que encontraron.

- c. Comparen los resultados con los de otros grupos. ¿Descubrieron alguna disolución más?

2. Busquen y comenten tres ejemplos cercanos donde el empleo de materiales de baja calidad haya afectado a su comunidad.

- a. De los ejemplos que encontraron, identifiquen cuál es el disolvente y cuál el soluto de cada disolución y en qué estado se encuentra.

Disolución	Estado	Disolvente	Soluto

- b. Indiquen qué propiedad se vio afectada por usar disoluciones mal hechas. Por ejemplo, en el caso del acero del Titanic, el tener más azufre pudo causar que fuera más frágil que un acero convencional.

Disolución	Efecto

Reflexionen sobre el efecto que podría tener usar materiales que no cumplan con la composición necesaria y eso afecte sus propiedades.

3. A partir de lo anterior, ¿cuál es la importancia de las ciencias para el desarrollo de la sociedad?, ¿por qué se produjeron los problemas analizados?

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?**

#### CONECTANDO CON...

##### Las TICs

Si quieres conocer más sobre la historia del Titanic, puedes ingresar los siguientes códigos en la página web de tu libro:

18TQ2M027A

18TQ2M027B

Las disoluciones se pueden clasificar según el estado en que se encuentren tanto el soluto como el disolvente. Por regla general, la disolución se encontrará en el estado en que esté el componente mayoritario. A continuación, te describimos las principales clases de disoluciones.

## Disoluciones sólidas



Compuestas por sólidos o líquidos disueltos en un sólido. Las disoluciones sólido-sólido tienen una amplia aplicación industrial, ya que las mezclas pueden tener mejores propiedades que los materiales puros. Ejemplo de ello es el acero, que es la unión entre hierro (disolvente) y carbono (soluto) en forma predominante, aunque también contiene otros minerales en menores proporciones. La variación en la cantidad de carbono puede generar aceros con diferentes propiedades.

Otro ejemplo de disoluciones sólido-sólido son las que generan algunos plásticos de uso cotidiano, los cuales son producto de la mezcla de diferentes materiales con el fin de obtener mejores propiedades mecánicas como flexibilidad o rigidez, resistencia a cambios de temperatura, etc.

↑ ← Estructura de una bodega construida en acero, ejemplo de disolución sólido-sólido.

En este tipo de disoluciones el disolvente es un líquido y el soluto puede estar en estado sólido, líquido o gaseoso.

El mar es un ejemplo de disolución sólido-líquido, ya que está compuesto por agua y varias sales minerales disueltas en él. Cuando el soluto está en estado líquido como, por ejemplo, cuando mezclamos agua con vinagre para aliñar la ensalada, se llama disolución líquido-líquido. Y si el soluto está en estado gaseoso como sucede en las bebidas gaseosas cuando están cerradas y no podemos distinguir sus componentes, se denomina disolución gas-líquido.

Cuando el disolvente es agua, la mezcla se llama disolución acuosa.

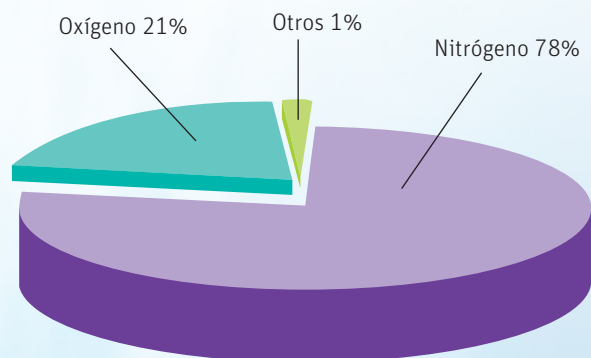
Permanganato de potasio ( $\text{KMnO}_4$ ), dicromato de potasio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) y cloruro de cobre ( $\text{CuCl}_2$ ), en disolución acuosa. →

## Disoluciones líquidas



# Disoluciones gaseosas

El aire es el mejor ejemplo de una disolución gaseosa. En él encontramos una mezcla compuesta, principalmente, por nitrógeno (disolvente), y oxígeno y argón.



Componente	% en volumen
Nitrógeno (N <sub>2</sub> )	78,085
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	20,946
Argón (Ar)	0,934
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	0,0314
Neón (Ne)	0,00182
Helio (He)	0,000524
Metano (CH <sub>4</sub> )	0,000151
Criptón (Kr)	0,000114
Hidrógeno (H <sub>2</sub> )	0,000051
Monóxido de dinitrógeno (N <sub>2</sub> O)	0,000025
Monóxido de carbono (CO)	0,000011
Xenón (Xe)	0,0000087
Ozono (O <sub>3</sub> )	0,0000021
Amoniaco (NH <sub>3</sub> )	0,0000006
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0,0000001
Monóxido de nitrógeno (NO)	0,00000006
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	0,00000002
Sulfuro de hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	0,00000002

Fuente: <http://www.100ciaquimica.net/temas/tema12/punto2b.htm>

## Muy interesante...

El ozono (O<sub>3</sub>), uno de los gases que componen la atmósfera, juega un rol importante en la formación de la capa de ozono pues, al estar concentrado en la estratosfera, evita que llegue toda la radiación proveniente del Sol a la superficie terrestre. Sin embargo, en la Antártica, durante la primavera, la presencia de este gas en la atmósfera disminuye significativamente, fenómeno conocido como agujero en la capa de ozono.

Científicos de la Universidad de Santiago, dirigidos por el Dr. Raúl Cordero, han confirmado que el agujero en la capa de ozono está disminuyendo y comienza su cierre progresivamente, todo esto gracias a la implementación de medidas que disminuyen los contaminantes que reaccionan con las moléculas de ozono en la estratosfera. La investigación se centra en los cambios meteorológicos ocurridos en la Antártica como consecuencia del agujero en la capa de ozono. Este científico explica que el territorio antártico presenta bajas concentraciones de los contaminantes que afectan la capa de ozono. Sin embargo, al ser el O<sub>3</sub> un gas de efecto invernadero, su aumento podría acelerar el proceso del calentamiento de la Antártica.

## Grandes ideas de la ciencia

**“Tanto la composición de la Tierra como su atmósfera cambian a través del tiempo y tienen las condiciones necesarias para la vida”.**

Los seres humanos necesitamos una concentración de oxígeno muy cercana al 20 % para vivir; en caso contrario no podríamos habitar la Tierra.

- Ingresar el código 18TQ2M029A en la página web de tu libro y observa el documental sobre la evolución que ha tenido la Tierra y cómo la composición del aire ha variado con el paso del tiempo. Discute con tus compañeros y compañeras sobre cómo la actividad humana ha modificado la composición del aire. Por ejemplo, piensa en la contaminación que evidenciamos en invierno cuando, al bajar la temperatura, todos los gases tóxicos se mantienen dentro de la atmósfera y nos afectan directamente. Imagina qué pasará en unos años si seguimos con el ritmo de contaminación actual.

## Actividad

### Objetivos

Plantear ejemplos de disoluciones en diferentes estados y reconocer sus componentes.


### Habilidades

Analizar, evaluar, clasificar, investigar y comparar.

### Actitudes

Reconocer la importancia del entorno natural y sus recursos, y manifestar conductas de cuidado y uso eficiente de los recursos naturales y energéticos en favor del desarrollo sustentable y la protección del medio ambiente.

### ¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos me ayudarán a realizar esta actividad?

- Menciona al menos dos ejemplos de cada tipo de disolución estudiada. Escríbelas en una hoja e intercámbiala con otro estudiante.
  - Identifica el disolvente y el soluto en los ejemplos dados por tu compañero o compañera.
  - Devuelve la hoja y recibe la tuya con las respuestas dadas por él o ella. Evalúalas.
  - ¿Hay alguna diferencia entre lo que tú pensaste y lo que el otro estudiante respondió? ¿Cuál?
  - ¿Qué opinas de sus respuestas?
  - Comparte tus resultados con el resto de la clase.
- ¿Sabías que el número que tiene cada material plástico dentro del símbolo de reciclaje indica de qué material está fabricado mayoritariamente? Así, por ejemplo, el  significa que el objeto está fabricado principalmente con *polietileno tereftalato* (disolvente), que es un plástico transparente empleado para hacer botellas y que después de reciclarse sirve para obtener frazadas de polar. El empleo de los números facilita la separación del material y hace más fácil su procesamiento.
  - Junten durante una semana todos los envases y plásticos que salgan de sus casas. (No olviden lavarlos un poco antes de guardarlos).
  - Coordinen con su profesor un día donde todos lleven el material recolectado.
  - Busquen el número dentro del símbolo de reciclaje y separen por este todos los materiales que guardaron.
  - Con ayuda del profesor o profesora investiguen a qué corresponde cada número y las principales características de cada material.
  - Observen los materiales y vean qué semejanzas y/o diferencias hay entre los elementos de un mismo grupo. Intenten identificar a qué pueden atribuir las semejanzas y a qué las diferencias. (No tengan en cuenta la forma).
  - Por último, lleven los residuos así separados al punto de reciclaje más cercano, así contribuirán al mejor aprovechamiento de los recursos.
  - Implementen un plan de reciclaje de plásticos para llevar a cabo en sus casas y enseñen a sus familias lo que aprendieron de esta actividad.
- ¿Cuál es la diferencia entre clasificar y ordenar?
- ¿Existe alguna estrategia que facilite hacer comparaciones?

## INDAGACIÓN Científica Transversal

Al inicio de la unidad, planificaron un proyecto de investigación que desarrollarán en grupos de cinco integrantes. Revisen su planificación y luego, contesten las siguientes preguntas.

- Analicen los contenidos tratados hasta el momento y evalúen cuáles de ellos les podrán servir de apoyo para la investigación a realizar. Por ejemplo:
  - ¿Qué clase de disolución se forma al agregar un compuesto químico al hielo?
  - ¿Cuál es el soluto y el disolvente en esta disolución?
- Analicen la estrategia de trabajo planteada al inicio de la unidad. ¿Creen que deberán introducir algún cambio gracias a lo que han aprendido hasta el momento? En caso de ser necesario, evalúen su estrategia y modifíquela según lo que consideren.

# Solubilidad

## Objetivo

Inferir que el contenido de un soluto puede afectar las propiedades de una disolución.

## Habilidades

Inferir, interpretar imágenes y evaluar información.

## Actitudes

Curiosidad e interés por conocer y comprender fenómenos del entorno.

## Me preparo para aprender

Matías está aprendiendo a cocinar y quiere sorprender a Sofía con una rica cazuela.

- Organizados en grupos, observen la siguiente historia, analicen qué sucede en cada imagen y luego respondan las preguntas de la página siguiente:





**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?**

- a. La comida es una mezcla compleja de componentes, sin embargo, para efectos de este cómic identifiquen cuáles son los componentes principales que se están evaluando y de forma simple indiquen cuál es el soluto y el disolvente en esta disolución.

- b. ¿Qué pueden deducir de la cantidad de sal que Matías le echó a la comida cada día?

Día 1

Día 2

Día 3

- c. ¿Qué propiedad de la comida está siendo afectada por la cantidad de sal que le echa Matías a la cazuela?

- d. ¿Cómo está evaluando esa propiedad Claudia?

- e. ¿Qué harían ustedes para evitar que este error les suceda?

- f. Planteen otro ejemplo donde una propiedad de una disolución se vea afectada por la cantidad de soluto. Compartan su respuesta con todo el curso.

- g. ¿Qué pasos aplicaron para interpretar las imágenes? Comenten con sus compañeros y compañeras.

La solubilidad es la medida máxima de soluto que se puede disolver en un disolvente dado. Por ejemplo, decimos que la solubilidad del azúcar (sacarosa) en agua es aproximadamente 200 g de sacarosa/100 g de agua a 25 °C. Esto significa que en 100 g de agua, aproximadamente 100 mL, se pueden disolver hasta 200 g de azúcar a una temperatura de 25 °C.

Las disoluciones se pueden clasificar según su contenido de soluto en tres grupos:

The diagram illustrates three types of solutions in beakers, arranged vertically from top to bottom. To the left of the beakers is a large vertical arrow pointing upwards, colored with a gradient from yellow at the bottom to red at the top. The arrow is labeled 'Cantidad de soluto' (Amount of solute) on its left side. The word 'Solubilidad' (Solubility) is written in the middle of the arrow. The top beaker contains a dark purple liquid and is labeled 'Disolución sobresaturada' (Supersaturated solution). The middle beaker contains a medium purple liquid and is labeled 'Disolución saturada' (Saturated solution). The bottom beaker contains a light pink liquid and is labeled 'Disolución insaturada' (Unsaturated solution). Each beaker has a line pointing to its respective label.

**Disolución sobresaturada**  
 Contiene más soluto del que el disolvente puede recibir a cierta temperatura. Este tipo de disolución se puede obtener, por ejemplo, para un soluto que aumenta su solubilidad al aumentar la temperatura, a partir de una disolución saturada de este, a la que se le agrega soluto a medida que se aumenta la temperatura hasta que se disuelva y luego se deja enfriar lentamente. Este tipo de disoluciones suelen ser inestables y tienden a tener sólido no disuelto en su interior.

**Disolución saturada**  
 Tiene la cantidad máxima de soluto que puede aceptar el disolvente a la temperatura en que se encuentra la disolución.

**Disolución insaturada**  
 Tiene una cantidad de soluto menor a la que el disolvente es capaz de disolver a la temperatura en que se encuentra.

## Factores que afectan la solubilidad

Existen diferentes factores internos y externos que afectan la solubilidad de un soluto en un disolvente. El factor interno principal es la interacción soluto-disolvente, la cual está dada por la naturaleza del soluto y del disolvente.

Como vimos anteriormente, en el proceso de disolución, las moléculas de disolvente tienen que rodear las moléculas de soluto para romper las fuerzas que las mantienen unidas entre sí y, de ese modo, separarlas. Por regla general se dice que “lo semejante disuelve lo semejante”, lo que implica que un disolvente polar disuelve sustancias polares y un disolvente apolar disuelve sustancias apolares.

A continuación, estudiaremos algunos factores externos que afectan la solubilidad, como la temperatura y la presión.

## Temperatura

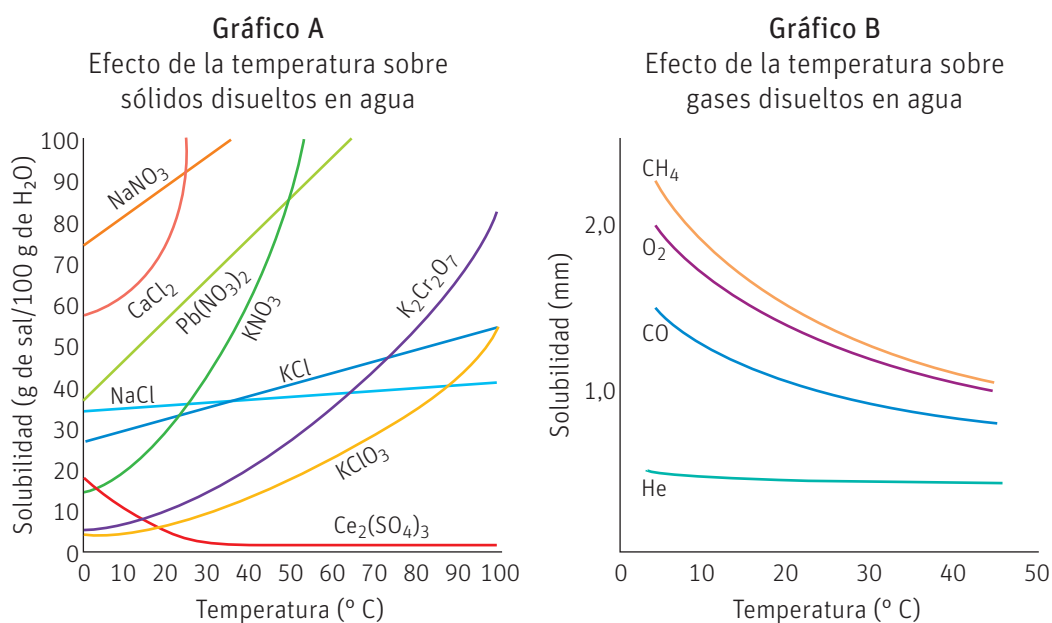
Al aumentar la temperatura en una disolución acuosa, las moléculas empiezan a moverse más rápidamente, lo que hace que la solubilidad de la mayoría de los solutos sólidos y líquidos aumente. Si observas el gráfico A, verás, por ejemplo, que la solubilidad del nitrato de potasio aumenta rápidamente con el incremento de la temperatura.

Por el contrario, si observas el gráfico B, te darás cuenta de que en las disoluciones gas-líquido, al aumentar la temperatura, la solubilidad de los gases disminuye. Esto se debe al mismo efecto: al aumentar la velocidad de las moléculas de gas, estas saldrán más rápido a la superficie, disminuyendo la cantidad de gas en la disolución.

Por esta dependencia que existe entre temperatura y solubilidad, los valores de solubilidad siempre van acompañados de la temperatura a la que se midieron.

### Muy interesante...

Un equipo de científicos de Chile del Instituto Antártico Nacional (INACH), dirigido por el doctor César Cárdenas, estudia el efecto del calentamiento global y el aumento de la temperatura del océano en el crecimiento de algas y otras especies en la Antártica, evaluando entre otras cosas la cantidad de oxígeno disuelto en el mar.



Fuente: Brown, T., Le May, H., Bursten, B. y otros. (2009). *Química. La ciencia Central*. México: Pearson.

### INDAGACIÓN Científica Transversal

Retomemos nuevamente nuestra investigación transversal a la luz de los nuevos aprendizajes. Respondan las siguientes preguntas en sus grupos de trabajo:

- Ahora ya saben que la temperatura afecta la solubilidad de un soluto en un disolvente dado, ¿eso afecta en algo la estrategia de investigación que definieron al principio de la unidad? Justifiquen su respuesta.
- De seguro ya han analizado algunas sustancias químicas como posibles candidatas para ser usadas como aditivos. Con ayuda de internet busquen la solubilidad en agua a 25 °C y a 0 °C de esas sustancias. ¿Esa información es importante para su proyecto? ¿Para qué les puede servir? Luego de realizada la búsqueda, reconsideren los compuestos químicos candidatos.
- En caso de ser necesario, replanteen su metodología y justifiquen los cambios.

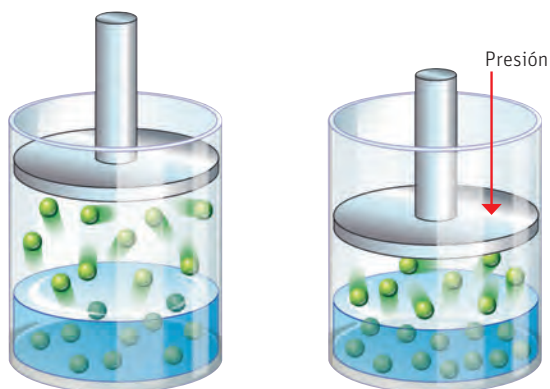
### Aplica

- Confecciona un organizador gráfico en el que relaciones los factores que afectan la solubilidad. Luego, júntate con un compañero o compañero de curso y comparen sus trabajos.

## Presión

La presión es otro de los factores que afecta la solubilidad. Esta influencia no se aprecia cuando el soluto es un líquido o un sólido, pues varía tan poco que no se considera. Pero en el caso de los solutos gaseosos, la variación en la presión generada sobre una disolución afecta significativamente la solubilidad. A una presión externa dada, se establece un equilibrio entre el gas disuelto en el líquido y el gas presente en la atmósfera que lo rodea. Si disminuye la presión exterior del gas, se rompe el equilibrio y parte del gas disuelto pasa a la atmósfera, es decir, disminuye la concentración del gas en la disolución; y esta situación se mantiene hasta que se establece un nuevo equilibrio. Si la presión exterior del gas aumenta, la concentración del gas en el líquido también lo hace.

Cuando un recipiente se encuentra cerrado, sin incremento de la presión, la misma cantidad de moléculas que entra a la disolución sale de ella, así que se considera que no hay cambio en la cantidad disuelta.



↑ ← Efecto de la presión sobre la solubilidad de los gases en una disolución acuosa.

La relación cuantitativa entre la solubilidad de un gas disuelto en un líquido y la presión fue estudiada por William Henry (1775–1836), quien enunció la llamada ley de Henry: "a temperatura constante, la solubilidad de un gas en un líquido es proporcional a la presión del gas, siempre que no tengan lugar reacciones químicas entre el gas y el líquido".

Esta ley se expresa:  $S_g = k P_g$

Donde:  $S_g$  = Solubilidad o concentración del gas.

$k$  = Constante de la ley de Henry (específico para cada gas).

$P_g$  = Presión parcial del gas.

### Naturaleza de la ciencia

**“Algunas tecnologías usan el conocimiento científico para crear productos útiles para los seres humanos”.**

Las bebidas gaseosas nacieron en 1832 cuando John Matthews crea una máquina para mezclar agua, sabor y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Al principio solo podían producirse para ser consumidas inmediatamente, porque no se lograba mantener el gas dentro del agua. No fue hasta 1891, cuando William Painter creó la tapa tipo “corona” para sellar las botellas de vidrio y mantenerlas a una presión mayor que la atmosférica, que se logró una producción de mayor durabilidad.

Actualmente existen otros materiales para los envases de bebidas gaseosas, pero en todos los casos se mantiene el mismo principio: a mayor presión, mayor solubilidad, haciendo de la industria de las bebidas gaseosas una de las más exitosas actualmente.

- ¿Se te ocurre algún otro ejemplo similar a este en que la tecnología de envasado haya aplicado el principio de “a mayor presión, mayor solubilidad”?



### Aplica y calcula

1. La constante de Henry para el  $\text{CO}_2$  es 1,49 g/L atm. Considerando esta información, calcula:
  - a. ¿Cuál es la solubilidad de  $\text{CO}_2$  en una bebida, si al momento de empacarla, la presión del gas es 5,0 atm?
  - b. ¿Cuál será la solubilidad cuando se destapa y se estabiliza a presión atmosférica (1,0 atm)?
  - c. Observa el gráfico B que está en la página 34. Como te darás cuenta, la solubilidad de los gases depende en gran medida de la temperatura. En el caso de una bebida, ¿dónde habrá más gas: en una bebida recién salida del refrigerador o en una que está bajo el sol? Recuerda si alguna vez has tomado bebidas que están tibias y relaciona tu experiencia con lo que te dice la teoría.

### Coevaluación

Reúnanse en parejas e intercambien sus cuadernos para revisar los resultados. Luego comenten:

- ¿Qué pasos siguió cada uno para hacer los cálculos? Compárenlos.
- Apóyense mutuamente para resolver ambos ejercicios correctamente.
- Si ambos siguen teniendo problemas para resolverlos, pidan ayuda a algún compañero o compañera.

## Solubilidad en solutos y disolventes líquidos

Como consecuencia de las interacciones soluto-disolvente, surgen los conceptos de miscible e inmiscible, que son usados en disoluciones cuyo soluto y disolvente son líquidos.

### Líquidos miscibles

Son líquidos que se pueden mezclar en cualquier proporción y el resultado siempre será una mezcla homogénea.

Un ejemplo es la disolución de etanol-agua que usamos para desinfectar las heridas. En este caso, ambas moléculas son polares.



### Líquidos inmiscibles

Son líquidos que no se pueden mezclar para formar una disolución.

Esto ocurre cuando los dos son de naturaleza diferente, es decir, uno está compuesto por moléculas polares y otro por moléculas apolares. Un ejemplo es el agua y el aceite. En este caso, el agua es polar y el aceite es apolar, por lo que no se disuelven el uno en el otro.



### Ciencia, tecnología y sociedad

El agua se considera el disolvente universal y es usada en una amplia gama de procesos industriales y agrícolas. Esto se debe a su bajo precio comparado con otros disolventes, pero también a que gracias a su alta polaridad, puede disolver tanto otras sustancias igualmente polares, como sales que son capaces de formar iones en disolución.

¿Sabías que el uso indiscriminado de agua en los sembrados de palta en la zona de Petorca, en la Región de Valparaíso, ha hecho que disminuya la disponibilidad de este líquido para el consumo de la población?

Algunos países europeos como Dinamarca, al escuchar la alarmante noticia, han estado considerando la posibilidad de no importar más palta que provenga de las zonas afectadas.

Fuente: <https://radio.uchile.cl/2018/03/12/monocultivo-de-palta-hass-las-exportaciones-que-secaron-petorca/>

- ¿Qué opinas de esta situación?, ¿cómo crees que se podría solucionar el problema de disponibilidad de agua en nuestro país? Debatan sobre el tema y propongan posibles soluciones.

## Efecto de la agitación en la solubilidad

Disolver un sólido es un proceso lento que requiere que las moléculas del disolvente viajen hasta la superficie del soluto, interactúen y vuelvan al interior de la disolución con moléculas de soluto.

La agitación es un proceso mecánico para aumentar la movilidad de las moléculas dentro de la disolución, facilitando así el transporte de las moléculas de disolvente a la superficie y también haciendo que las moléculas de soluto que se encuentran en la cercanía del sólido viajen más rápidamente hacia el interior de la disolución.

La agitación no aumenta la solubilidad como tal, pero sí disminuye el tiempo que demora un sólido en disolverse en un disolvente determinado. Es decir, hace que el proceso sea más rápido.

Explica con tus propias palabras lo que se observa en estas imágenes.



## Preparando café

### Objetivo

Evaluar el efecto de la temperatura y la agitación en la solubilidad.

### Habilidades

Observar, analizar y concluir.

### Actitudes

Curiosidad e interés por conocer y comprender fenómenos del entorno.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos me ayudarán a realizar esta actividad?**



### Materiales:

- 2 tazas de vidrio
- Café instantáneo
- Agua caliente
- Agua helada
- 1 cucharita

### Precauciones:

Ten cuidado con el agua caliente al momento de emplearla; no es necesario que esté hirviendo.

Nunca hagas experimentos si te encuentras solo.

1. Llena un vaso con agua helada hasta la mitad.
2. Agrega al agua una cucharadita de café y espera 5 minutos. Escribe tus observaciones a continuación.

3. Revuelve el café con ayuda de la cuchara. ¿Se disolvió todo el contenido? Anota tus observaciones.

4. Agrega café hasta que no se disuelva más, agitando con la cuchara continuamente. Escribe cuánto café necesitaste.

5. Llena el otro vaso con agua caliente hasta la mitad y repite los pasos del 2 al 4. Anota tus observaciones.

6. Concluye:

- a. ¿Consideras que la agitación sirvió de algo? ¿Cuál es el efecto de la agitación en este experimento?

- b. ¿La temperatura del agua afectó la solubilidad del café? Justifica tu respuesta.

### Conocimientos:

- Clasificación de las disoluciones.
- Solubilidad.
- Factores que afectan la solubilidad.

### Habilidades:

Reconocer, analizar, clasificar, aplicar, calcular, argumentar, evaluar y crear.

### Actitudes:

- Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.

### 1. Analiza la situación y luego responde:

Una empresa de caldos de gallina quiere sacar al mercado un nuevo producto en polvo y quiere definir cuál es la cantidad ideal de producto y la mejor forma de prepararlo. Para ello, hizo dos experimentos con las siguientes condiciones:

#### Experimento 1

3 vasos con 200 mL de agua fría cada uno.

Vaso 1: 5 gramos de producto sin agitación

Vaso 2: 10 gramos de producto con agitación

Vaso 3: 15 gramos de producto con agitación

#### Experimento 2

3 vasos con 200 mL de agua caliente cada uno.

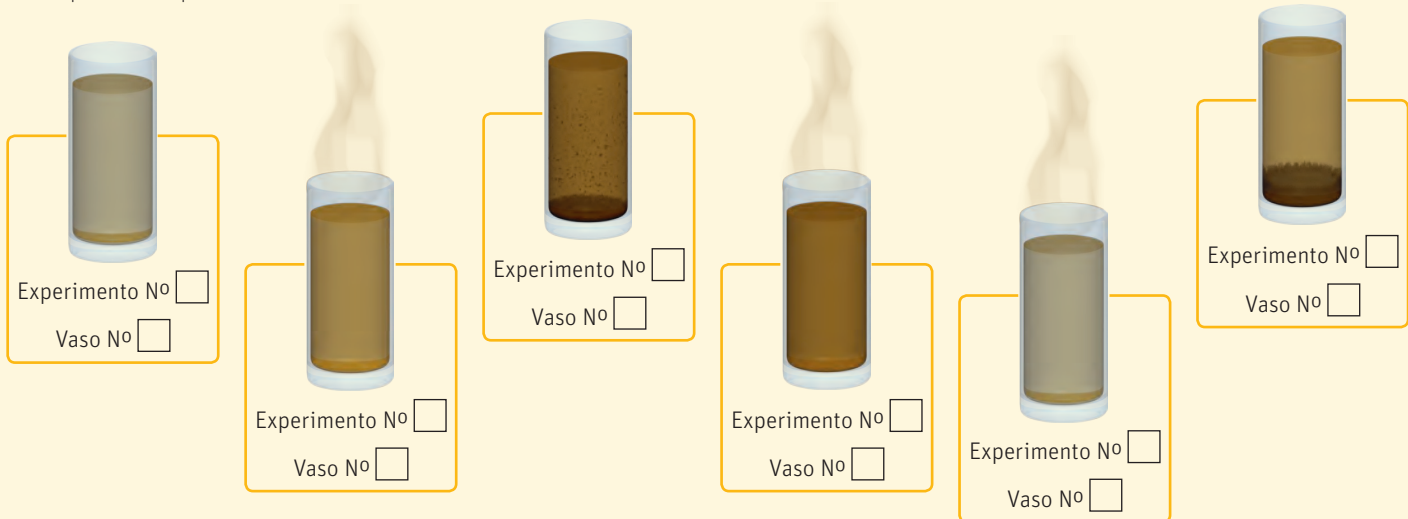
Vaso 1: 5 gramos de producto sin agitación

Vaso 2: 10 gramos de producto sin agitación

Vaso 3: 15 gramos de producto con agitación

### Analiza y reconoce

a) Observa las siguientes imágenes y asocia cada grupo de vasos con el experimento que corresponde.



Luego de concluido el experimento, un panel sensorial lo evaluó, asignando una puntuación de 1 a 5, donde 1 es muy malo y 5 es excelente.

#### Experimento 1

Vaso 1: el líquido es muy insípido, le hace falta sal. (nota 1)

Vaso 2: el sabor es aceptable, pero la apariencia no. (nota 3)

Vaso 3: el sabor es aceptable, pero la apariencia no. (nota 1)

#### Experimento 2

Vaso 1: el líquido es muy insípido, le hace falta sal. (nota 1)

Vaso 2: el producto cumple con el sabor y la apariencia deseada. (nota 5)

Vaso 3: es muy salado, el producto está en exceso. (nota 1)

### Analiza y reconoce

b) Indica cuál es el soluto y cuál es el disolvente en los dos experimentos.

Experimento 1: \_\_\_\_\_

Experimento 2: \_\_\_\_\_

**Analiza, clasifica y argumenta**

c) En base a los resultados, clasifica las disoluciones en insaturadas, saturadas o sobresaturadas. Justifica tu respuesta.

**Experimento 1**

Vaso 1: \_\_\_\_\_

Vaso 2: \_\_\_\_\_

Vaso 3: \_\_\_\_\_

**Experimento 2**

Vaso 1: \_\_\_\_\_

Vaso 2: \_\_\_\_\_

Vaso 3: \_\_\_\_\_

**Analiza, aplica y argumenta**

d) Identifica los factores que están influyendo en la solubilidad de esta disolución. Explica.

**Evalúa y calcula**

e) Ya conoces los resultados del experimento. Indica cuál sería la mejor proporción para vender el producto.

**Aplica y crea**

f) Crea una etiqueta con las instrucciones de cómo debe usarse el producto para obtener los mejores resultados. Solicita ayuda a tu profesor o profesora de Lenguaje.

**Cómo vas?**

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítems	Habilidades	Nivel de desempeño
Identifiqué las disoluciones presentes y el estado en que se encontraban.	a)	Analizar y reconocer	<input type="checkbox"/> L: 6 vasos correctos. <input type="checkbox"/> ML: Entre 3 y 5 vasos correctos. <input type="checkbox"/> PL: 1 o 2 vasos correctos.
Reconocí el soluto y el disolvente en cada uno de los experimentos planteados.	b)	Analizar y reconocer	<input type="checkbox"/> L: 2 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> ML: 1 respuesta correcta. <input type="checkbox"/> PL: ninguna respuesta correcta.
Clasifiqué mis disoluciones según solubilidad y reconocí los factores que la afectan.	c) y d)	Analizar, clasificar, aplicar y argumentar	<input type="checkbox"/> L: 2 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 1 ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
Evalué los resultados y los informé.	e) y f)	Evaluar, calcular, aplicar y crear	<input type="checkbox"/> L: 2 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 1 ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.

L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr

**Autoevaluación**

- ¿Qué conocimientos fueron más fáciles de adquirir en esta primera parte de la lección?
- ¿Qué conocimientos y habilidades (observar, identificar, analizar, ordenar, clasificar, comparar o aplicar) debes reforzar?
- ¿Consideras que trabajaste en la lección en forma suficientemente rigurosa y perseverante? ¿Por qué?
- Vuelve a contestar la encuesta de la página 17. ¿Ha cambiado tu nivel de compromiso con el cuidado del medio ambiente y de los recursos naturales?
- A la luz de los contenidos vistos en esta unidad, ¿qué medidas podrías tomar para proteger tu salud? Nombra dos.



## Unidades de concentración

### Objetivo

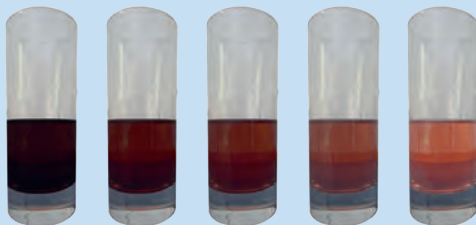
Observar el efecto de la concentración en las propiedades de una disolución (en este caso el color).

### Habilidades

Observar, registrar evidencias, identificar, analizar, deducir, planificar, formular preguntas de investigación e hipótesis.

### Actitudes

Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad. Responsabilidad y respeto en el trabajo colaborativo.



**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?**

## Me preparo para aprender

Formen grupos de dos o tres estudiantes y realicen el siguiente experimento:

### Materiales

- 1 jugo instantáneo rojo (frutilla, frambuesa, etc).
- 5 vasos transparentes iguales: A, B, C, D y E.
- Agua.
- Cuchara.

### Procedimiento

1. Llena el vaso A con agua, agrega 5 cucharaditas de jugo y disuelve con ayuda de la cuchara.
2. Del vaso A toma la mitad y ponlo en el vaso B. Completa el vaso con agua y agita con ayuda de la cuchara.
3. Del vaso B toma la mitad y llévala al vaso C. Completa el vaso con agua y mezcla con la cuchara.
4. Repite el mismo procedimiento para echar jugo en los vasos D y E.
5. Evalúa el color de los vasos asignándoles un número: 5 es el más oscuro y 1 el más claro.
6. Revuelve el orden de los vasos y pídele a un compañero de otro grupo que los ordene por color del que tiene más al que tiene menos jugo.

- a. ¿Qué propiedad de la disolución está cambiando?, ¿tiene alguna relación con la cantidad de jugo en el vaso?

- b. ¿Es posible saber cualitativamente cuál tiene más jugo y cuál menos?

- c. Al desordenar los vasos, ¿lograron volver a ponerlos en orden solo usando el criterio del color?

- d. En base a las observaciones, ¿puedo saber la cantidad de jugo exacta que hay en cada vaso?

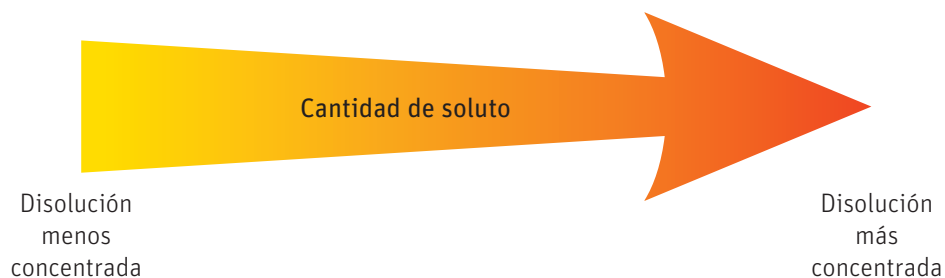
- e. Indiquen cómo harían el experimento para saber la cantidad exacta de jugo que hay en cada vaso

- f. A partir de la evidencia, formula una pregunta y una hipótesis que se pudieron haber planteado para llevar a cabo esta investigación. (Ver página 227).

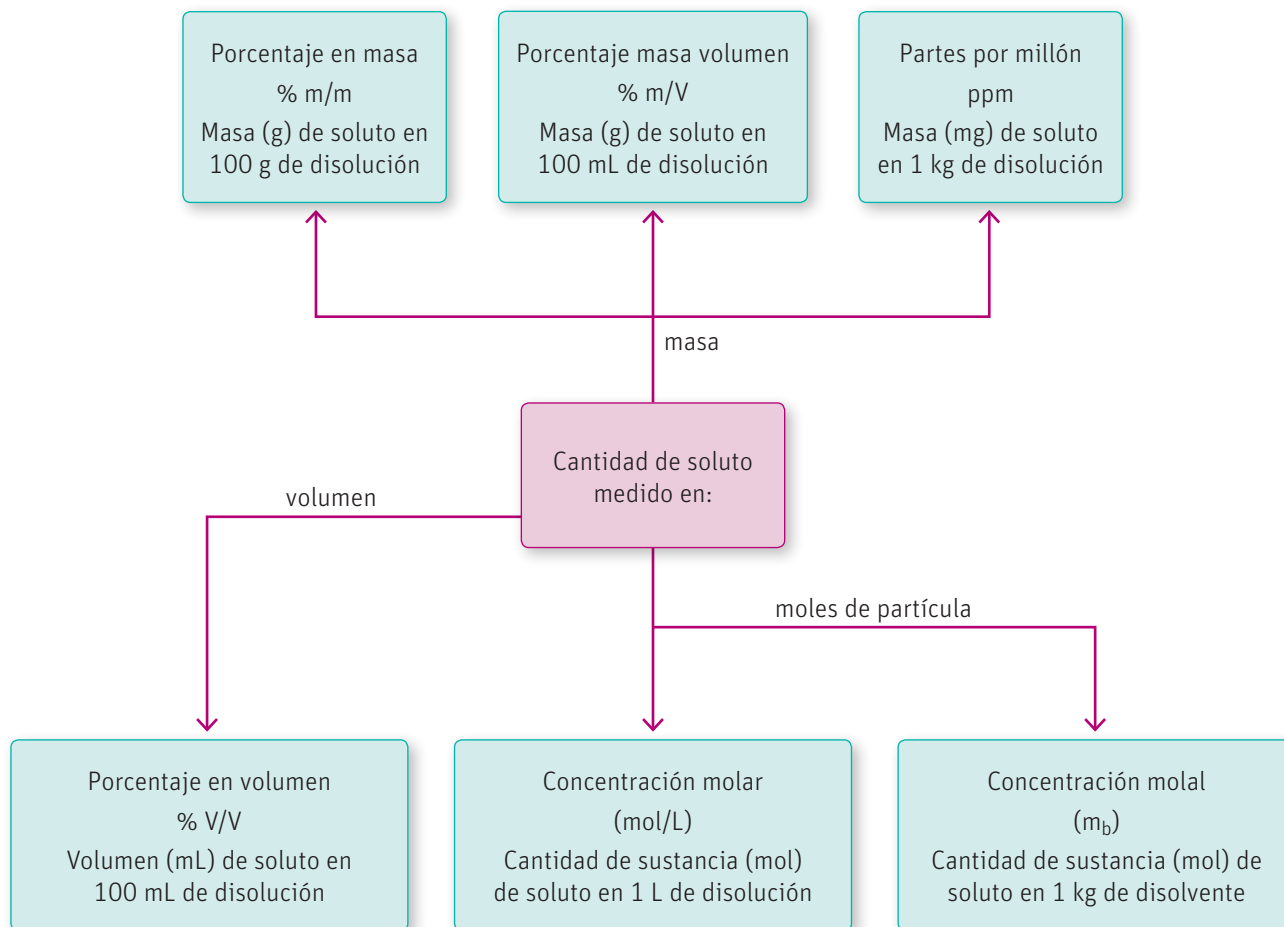
Hasta el momento hemos hablado de disoluciones con más o menos cantidad de soluto, sin embargo, en la vida real es necesario saber cuánto soluto tenemos en una disolución.

Para conocer la cantidad de soluto debemos saber la relación que hay entre este y el disolvente. A esa relación se le llama concentración.

La concentración me indica la cantidad de soluto disuelto en determinada cantidad de disolvente. Observa el siguiente esquema para aclarar el concepto:



La concentración se puede expresar en distintas unidades. En el siguiente esquema se expresan las principales unidades de concentración.



En primer lugar, hablaremos de las unidades de concentración porcentuales, es decir, aquellas que me dan el porcentaje del soluto en la disolución.

## Porcentaje en masa (% m/m)

Se define como la masa del soluto (en gramos) que hay en 100 g de disolución. Se calcula usando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ m/m} = \frac{m_{\text{soluto}}}{m_{\text{disolución}}} \cdot 100$$

Donde  $m_{\text{soluto}}$  es la masa del soluto y  $m_{\text{disolución}}$  es la masa de la disolución.

### Problema resuelto

#### Problema 1

La cafeína es un compuesto orgánico de la familia de los alcaloides y la podemos encontrar en el café y el té, entre otras plantas.

Un fabricante de café indica en la etiqueta del producto que en una porción (una cucharadita) de masa 1,8 g hay 0,07 g de cafeína. ¿Cuál es el porcentaje en masa de cafeína en el café soluble?

#### Paso 1 Identifica la incógnita y la información con que se cuenta

En este caso se pregunta por el % m/m de la cafeína en el café soluble. Sabemos que la cafeína es el soluto y el café, la disolución. Si te das cuenta, los dos son sólidos y por eso, es muy conveniente expresar la concentración en % m/m.

#### Paso 2 Registra los datos

$$m_{\text{cafeína}} = 0,07 \text{ g} \quad m_{\text{café}} = 1,8 \text{ g}$$

#### Paso 3 Calcula y responde

Si reemplazamos en la ecuación anterior nos queda:

$$\% \text{ m/m} = \frac{m_{\text{cafeína}}}{m_{\text{café}}} \cdot 100 = \frac{0,07 \text{ g}}{1,8 \text{ g}} \cdot 100 = 3,9 \%$$

Lo que significa que en cada 100 g de café hay 3,9 g de cafeína.

#### Problema 2

Si queremos calcular el % en masa de una disolución que fue preparada con 10 g de azúcar disueltos en 200 g de leche, ¿cómo procederíamos?

#### Paso 1 Identifica la incógnita y la información con que se cuenta

En este caso, te preguntan por el porcentaje en masa de una disolución y, como dato, te entregan la masa de soluto y de disolvente.

#### Paso 2 Registra los datos

$$\text{Masa del soluto} = 10 \text{ g} \quad \text{Masa de disolvente} = 200 \text{ g}$$

#### Paso 3 Calcula y responde

La ecuación para determinar el % en masa relaciona la masa del soluto y la masa de la disolución, sin embargo, en el problema nos mencionan la del soluto y la del disolvente. Por esta razón, primero debemos determinar la masa de la disolución que en este caso se puede determinar sumando la masa del soluto y la masa del disolvente, entonces:

### CONECTANDO CON...

#### Matemáticas

Las expresiones matemáticas que permiten calcular las unidades de concentración derivan del concepto de proporcionalidad y se deducen a partir de la regla de tres. Por lo que puedes crear, junto a tu profesor, una estrategia para comprender el origen de estas expresiones matemáticas.

### Ciencia, tecnología y sociedad

El inicio del café como bebida se remonta al siglo XVII, sin embargo, para tomarlo era necesario hacerlo a partir de los granos secos de la planta. No fue sino hasta el siglo XX que surgen los primeros procesos para hacer el café soluble. En 1901, el científico estadounidense Satori Kato patentó el invento del café soluble, y en 1938 la empresa Nestlé lo sacó al mercado con la marca Nescafé, para abastecer los ejércitos en la II Guerra mundial. Hoy en día es el segundo producto más comercializado en el mundo. El café soluble es una disolución acuosa de los componentes de los granos de la planta a la cual se le elimina el agua quedando el polvo café que conocemos comercialmente. Cuando hacemos el café en casa, lo que hacemos es volver a formar la disolución inicial.

- ¿Te imaginas si aún fuese necesario ir a la planta para tomar una taza de café?, ¿crees que la tecnología ha facilitado la obtención de los alimentos?



$$\% \text{ m/m} = \frac{m_{\text{solute}}}{m_{\text{disolvente}} + m_{\text{solute}}} \cdot 100 = \frac{10 \text{ g}}{200 \text{ g} + 10 \text{ g}} \cdot 100 = 4,8 \%$$

Lo que significa que la disolución de azúcar en leche está a una concentración de 4,8 % en masa.

## Porcentaje masa/volumen (% m/V)

Se define como la masa de soluto (en gramos) que hay en 100 mL de disolución y se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ m/V} = \frac{m_{\text{solute}}}{V_{\text{disolución}}} \cdot 100$$

### NOTA

Para disoluciones con un soluto sólido, se puede asumir que el volumen de la disolución es aproximadamente el mismo que el disolvente.

$$V_{\text{disolución}} \approx V_{\text{disolvente}}$$

### CONECTANDO CON...

#### El deporte

Cuando hacemos ejercicio perdemos algunos iones disueltos en el sudor como sodio y potasio ( $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$ ).

Para recuperarlos, la industria ha creado las bebidas isotónicas. Estas no son más que disoluciones con la concentración de  $\text{Na}^+$  (0,45 %),  $\text{K}^+$  (0,12 %) y azúcar (12 %) igual a las de nuestras células, que permiten que nos rehidratemos más rápidamente que con solo tomar agua. Y así logramos tener un mejor rendimiento deportivo.



### Problema resuelto

Siguiendo el ejemplo del café instantáneo, calculemos el % m/V cuando preparamos una taza de café (200 mL) a partir de 1 cucharadita de café (1,8 g) y 200 mL de agua.

#### Paso 1 Identifica la incógnita y la información con que se cuenta

En este caso se pregunta por el % m/V de la disolución. Sabemos que el soluto es el café y el disolvente, el agua.

#### Paso 2 Registra los datos

$$m_{\text{café}} = 1,8 \text{ g} \quad V_{\text{disolución}} = 200 \text{ mL}$$

#### Paso 3 Calcula y responde

Reemplazando los valores en la ecuación nos quedaría:

$$\% \text{ m/V} = \frac{m_{\text{café}}}{V_{\text{disolución}}} \cdot 100 = \frac{1,8 \text{ g}}{200 \text{ mL}} \cdot 100 = 0,90 \%$$

Lo que significa que cada 100 mL de disolución de café en agua tenemos 0,90 g de café.

## Aplica y calcula

Realiza los siguientes ejercicios, apoyándote en los pasos del Taller de estrategias de la página 50.

- En un laboratorio se prepara una disolución acuosa de ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) empleando 5 mL (equivalentes a 6 g) de la sustancia y suficiente agua para lograr 25 mL de una disolución (equivalente a 26 g), la que será empleada en una demostración de indicadores ácido-base.
  - ¿Cuál es el porcentaje en masa (% m/m) de la disolución?
  - ¿Cuál es el porcentaje de masa en volumen (% m/V) de la disolución?
- Calcula la masa de azúcar (sacarosa  $\text{C}_{10}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) que hay en 500 mL de una bebida isotónica, sabiendo que el porcentaje masa volumen es 12 %.

### Coevaluación

- Compartan los resultados en el curso, describiendo la forma en que llevaron a cabo los cálculos. Luego, resuelvan colectivamente en la pizarra.

## Porcentaje en volumen (% V/V)

Cuando el soluto y el disolvente son líquidos, es muy conveniente hallar su relación en volumen. Este porcentaje indica el volumen de soluto (en mililitros) que hay en 100 mL de disolución. Se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ V/V} = \frac{V_{\text{soluto}}}{V_{\text{disolución}}} \cdot 100$$

Donde  $V_{\text{soluto}}$  es el volumen del soluto (en mililitros) y  $V_{\text{disolución}}$  es el volumen de la disolución (en mililitros).

### Problema resuelto

Un ejemplo de una disolución líquido-líquido es el vinagre que usamos para aliñar las ensaladas, donde el ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) es el soluto y el agua el disolvente.

¿Qué volumen de ácido acético hay en una botella de vinagre de 250 mL, si sabemos que está al 6 % V/V?

**Paso 1** Identifica la incógnita y la información con que se cuenta

Se pregunta por el volumen de soluto y sabemos cuál es el % V/V y cuál es el volumen de la disolución.

**Paso 2** Registra los datos

$$\% \text{ V/V} = 6,0 \% \quad V_{\text{disolución}} = 250 \text{ mL}$$

**Paso 3** Calcula y responde

Reemplazamos en la fórmula y obtenemos que:

$$6,0 \% = \frac{V_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{V_{\text{disolución}}} \cdot 100$$

Reordenando los términos y reemplazando los valores tenemos que:

$$V_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{\% \text{ V/V} \cdot V_{\text{disolución}}}{100} \cdot 100 = \frac{6,0 \cdot 250 \text{ mL}}{100} = 15 \text{ mL de } \text{CH}_3\text{COOH}$$

Es decir, en cada botella de vinagre de 250 mL hay 15 mL de ácido acético.

### NOTA

Cuando queríamos calcular la masa de la disolución sumábamos la masa del soluto y del disolvente. Sin embargo, debido a las diferentes densidades de los líquidos, esto no se cumple con el volumen. Solo en casos donde se indique que el volumen es aditivo, se puede aplicar este principio.

### Muy interesante...

Otro ejemplo donde se usa el % V/V es en las bebidas alcohólicas. En ellas el etanol está disuelto en agua. Cuando miras la etiqueta de un envase, este indica el grado alcohólico, el cual corresponde al % V/V de la mezcla alcohol-agua. Es decir, si un vino tiene 14° de alcohol significa que hay 14 mL de etanol en 100 mL de disolución.

¿Sabías que Chile es el cuarto exportador de vino en el mundo y el primero de América? A partir del 2016 cuenta con un centro de investigación e innovación, construido por la Viña Concha y Toro, para estudiar todo el proceso desde el crecimiento de la planta hasta la comercialización del vino.

Conoce más ingresando el código 18TQ2M044A a la página web de tu libro.

### INDAGACIÓN Científica Transversal

Retomemos nuestra investigación inicial. Ya conocen la solubilidad máxima de algunas sustancias químicas a diferentes temperaturas.

1. ¿Cómo expresarían la concentración en porcentaje que tendría una disolución saturada de las sustancias analizadas? ¿Qué unidades creen que son más convenientes? Justifiquen su respuesta.
2. ¿Cómo calcularían el volumen o la masa de la disolución?
3. ¿Es necesario conocer ese dato?
4. Este nuevo conocimiento, ¿afecta en algo su estrategia de investigación?

## Concentración molar (C) o molaridad

La molaridad es la cantidad de sustancia o cantidad de moles (n) de soluto que hay en 1 L de disolución. Se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$C = \frac{n_{\text{soluta}}(\text{mol})}{V_{\text{disolución}}(\text{L})}$$

### Problema resuelto

Se tiene una disolución que se prepara con 4 mol de hidróxido de sodio (NaOH) en dos litros de agua. ¿Cuál es la molaridad de la disolución?

#### Paso 1 Identifica la incógnita y la información con que se cuenta

Se pregunta por la molaridad de la disolución y sabemos cuál es la cantidad de moles del soluto y cuál es el volumen de la disolución.

#### Paso 2 Registra los datos

$$n_{\text{soluta}}(\text{mol}) = 4 \quad V_{\text{disolución}}(\text{L}) = 2$$

#### Paso 3 Calcula y responde

Reemplazando los valores, se obtiene la concentración en molaridad (mol/L).

$$C = \frac{4 \text{ mol}_{\text{NaOH}}}{2 \text{ L}} = 2 \text{ mol/L}$$

Lo que significa que en cada litro de disolución hay 2 mol de NaOH.

## Concentración molal o molalidad ( $m_b$ )

La molalidad corresponde a la cantidad de sustancia (n) de soluto en 1 kg de disolvente. Para calcular la concentración molal se emplea la fórmula:

$$m_b = \frac{n_{\text{soluta}}}{m_{\text{disolvente}}(\text{kg})}$$

### Problema resuelto

Supongamos que se tienen 3,0 mol de ácido clorhídrico (HCl) disueltos en 500 g de agua. Calculemos la molalidad de la disolución.

#### Paso 1 Identifica la incógnita y la información con que se cuenta

Se pregunta por la molalidad de la disolución y sabemos cuál es la cantidad de moles del soluto y cuál es la masa del disolvente.

#### Paso 2 Registra los datos

$$n_{\text{HCl}} = 3,0 \text{ mol} \quad m_{\text{disolvente}} = 500 \text{ g} = 0,500 \text{ kg}$$

#### Paso 3 Calcula y responde

Reemplazando los valores en la ecuación se tiene:

$$m_b = \frac{3,0 \text{ mol}}{0,500 \text{ kg}} = 6,0 \text{ mol/kg}$$

Lo que significa que en cada kilogramo de agua hay 6,0 mol de HCl.

### NOTA

Existe una relación matemática entre la masa (m), el número de moles (n) y la masa molar de un compuesto (M). Que es:

$$M = \frac{m}{n}$$

Esta relación te permite calcular la cantidad de una sustancia (n) a partir de la masa o viceversa.

Recuerda que la masa molar se calcula sumando la masa atómica de cada uno de los átomos que conforman el compuesto.

Es importante aclarar que en algunos textos la masa molar se simboliza como MM y la molaridad como C o M. Sin embargo, en este texto la masa molar se simbolizará como M y la molaridad como C.

### RECUERDA

La conversión de unidades te permite obtener el valor en la unidad correcta.

Unidades de masa:

$$1 \text{ kg} = 1\,000 \text{ g}$$

$$1 \text{ g} = 1\,000 \text{ mg}$$

Unidades de volumen:

$$1 \text{ L} = 1\,000 \text{ mL}$$

### NOTA

La ventaja de trabajar con molalidad es que el volumen varía con respecto a la presión y a la temperatura, por el contrario, la masa no. Sin embargo, en los laboratorios químicos existe material bastante preciso para medir volúmenes exactos y es más frecuente el uso de la molaridad.

## Fracción molar (X)

La fracción molar es la relación entre la cantidad de materia (mol) del soluto y la cantidad de materia (mol) total ( $n_{\text{soluto}} + n_{\text{disolvente}}$ ) y se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$X = \frac{n_{\text{soluto}} (\text{mol})}{n_{\text{totales}} (\text{mol})} = \frac{n_{\text{soluto}} (\text{mol})}{n_{\text{soluto}} (\text{mol}) + n_{\text{disolvente}} (\text{mol})}$$

Para conocer los moles totales, es necesario conocer la masa del disolvente empleado para poder calcular los moles de disolvente.

### Problema resuelto

Tomaremos el ejemplo anterior, donde tenemos 3,0 mol de soluto y 500 g de agua, para calcular la fracción molar de HCl.

**Paso 1** Identifica la incógnita y la información con que se cuenta

Se pregunta por la fracción molar de la disolución y sabemos cuál es la cantidad de moles del soluto y cuál es la masa del disolvente.

**Paso 2** Registra los datos

$$n_{\text{HCl}} = 3,0 \text{ mol} \quad m_{\text{disolvente}} = 500 \text{ g} = 0,500 \text{ kg}$$

**Paso 3** Calcula y responde

Primero es necesario convertir la masa de agua en moles de agua, por lo tanto, debemos calcular la masa molar de agua.

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{O}} + 2 \cdot m_{\text{H}} = 16,0 \text{ g/mol} + 2 \cdot 1,0 \text{ g/mol} = 18,0 \text{ g/mol}$$

Ahora, mediante el empleo de la relación entre masa y masa molar calculamos los moles de agua:

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{500 \text{ g}}{18,0 \text{ g/mol}} = 27,8 \text{ mol}$$

Reemplazando en la fórmula de fracción molar tenemos:

$$X = \frac{3,0 \text{ mol}}{3,0 \text{ mol} + 27,8 \text{ mol}} = 0,097$$

Es decir, la relación entre la cantidad de sustancia (mol) del soluto y la cantidad de sustancia (mol) total es 0,097. La fracción molar es adimensional.

### Grandes ideas de la ciencia

**“Todo material del Universo está compuesto de partículas muy pequeñas”.**

Como ya sabes, los gases también están compuestos por diferentes partículas (átomos y/o moléculas), pero, a diferencia de los líquidos o los sólidos, estos tienen la propiedad de ocupar todo el espacio del recipiente que los contiene, lo que les permite moverse libremente hasta chocar con las paredes del contenedor. A la fuerza con que golpea una partícula sobre cierta área se le conoce como presión y una de las aplicaciones más comunes de la fracción molar en disoluciones de gases es la dada por el físico-químico británico John Dalton quien, en 1801, formuló que la presión ejercida por una mezcla de gases (presión total) será la suma de la presión de cada uno de los gases individualmente (presión parcial), es decir, la presión que ejerce el aire sobre nosotros será la suma de la presión que los átomos de  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$  y Ar ejercen individualmente sobre los cuerpos sobre la Tierra, y encontró que la relación entre estas presiones está dada por la fracción molar de cada gas. Esta relación se conoce como ley de Dalton:

$$P_i = X_i \cdot P_t$$

- Hay un dicho que dice “la unión hace la fuerza”. ¿Puedes pensar algún otro ejemplo donde gracias a la suma de pequeñas colaboraciones se obtiene un mayor resultado? Comenta con tus compañeros los ejemplos planteados.

### Aplica y calcula

1. La presión atmosférica es la presión ejercida por el aire sobre nosotros. Cuando estamos en la playa (a nivel del mar) la presión atmosférica es de 1 atm.
  - a. Calcula la fracción molar de los principales componentes del aire (ver página 29).
  - b. Calcula la presión ejercida por el nitrógeno, el oxígeno, el helio y el ozono. Considera la relación dada por la ley de Dalton.

### Coevaluación

- Reúnanse en parejas e intercambien sus cuadernos para revisar los resultados.
- Ayúdense mutuamente para desarrollar en forma correcta el ejercicio, en caso de haber errado. Luego, comenten qué precauciones deben tomar al hacer cálculos para no cometer errores.

## Partes por millón (ppm)

Como su nombre lo indica, es la cantidad de partes que hay en un millón de partes, es decir, la masa de soluto (en gramos) que hay en un millón de gramos ( $10^6$  gramos) de disolución.

Esta unidad se emplea cuando tenemos cantidades muy pequeñas de soluto, como, por ejemplo, las impurezas del agua potable o las partículas en suspensión que se encuentran en el aire.

La fórmula para calcular la concentración en ppm de una disolución es la siguiente:

$$\text{ppm} = \frac{m_{\text{soluto}} (\text{g})}{m_{\text{disolución}} (\text{g})} \cdot 10^6$$

Como puedes ver, la fórmula para expresar partes por millón es muy parecida a la fórmula de % m/m, así que también es posible expresarla de la siguiente manera:

$$\text{ppm} = \% \text{ m/m} \cdot 10^4$$

Por otra parte, también sabemos que  $1 \text{ kg} = 1\,000 \text{ g}$  y  $1 \text{ g} = 1\,000 \text{ mg}$ , por lo tanto, es correcto decir que  $1 \text{ kg} = 10^6 \text{ mg}$ .

De esto se puede deducir que:

$$\text{ppm} = \frac{m_{\text{soluto}} (\text{mg})}{m_{\text{disolución}} (\text{kg})}$$

Y para disoluciones acuosas de muy baja concentración, donde la densidad de la disolución es casi igual que la del agua, una buena aproximación es:

$$\text{ppm} = \frac{m_{\text{soluto}} (\text{mg})}{V_{\text{disolución}} (\text{L})}$$

### CONECTANDO CON...

#### El medio ambiente

En ciudades como Santiago, Temuco y Rancagua, los índices de contaminación son muy elevados debido a diferentes fuentes contaminantes, por ejemplo, las industrias, los autos y los distintos tipos de calefacción. Estas fuentes liberan a la atmósfera gases contaminantes que provocan el conocido esmog, el que se observa como un tono pardo amarillento del aire. En elevadas concentraciones, el esmog reduce la visibilidad y provoca problemas respiratorios. En Chile se mide la concentración de Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), Oxidantes Fotoquímicos (O<sub>3</sub>) y partículas suspendidas en el aire en unidades de ppm.

Los índices de la calidad del aire referidos a partículas (ICAP) son los siguientes:

- 0 - 100 ppm: buena
- 101 - 199 ppm: regular
- 200 - 299 ppm: alerta
- 300 - 499 ppm: pre-emergencia
- 500 ppm o más: emergencia

• ¿Qué significan estos datos?



### Problema resuelto

Recordemos el ejemplo del sarro en el hervidor (página 20) y calculemos la dureza del agua si después de calentar 1L de agua queda un residuo de 500 mg de sales en el fondo del hervidor.

#### Paso 1 Identifica la incógnita y la información con que se cuenta

Debido a que el sarro es una cantidad pequeña de soluto, podemos deducir que la pregunta apunta a ppm, es decir, la masa del soluto que hay en un millón de gramos, y sabemos cuál es el volumen de la disolución y la masa del soluto.

#### Paso 2 Registra los datos

$$V_{\text{disolución}} = 1 \text{ L} \quad m_{\text{soluto}} = 500 \text{ mg}$$

#### Paso 3 Calcula y responde

Reemplazando en la ecuación anterior obtenemos que:

$$\text{ppm} = \frac{500 \text{ mg}}{1 \text{ L}} = 500 \text{ ppm}$$

Es decir, la dureza del agua corresponde a 500 ppm, lo que significa que hay 500 mg por cada kilogramo de disolución.

### RECUERDA

La relación entre masa y volumen está dada por la densidad donde:  $d = m/V$ .

Para el agua pura la densidad a 25 °C es 1 g/mL, por eso es correcto decir que  $1 \text{ kg} = 1 \text{ L}$  de agua pura a 25 °C.



## Algo no está bien

### Objetivos

Calcular la concentración de diferentes componentes de un alimento, empleando distintas unidades.

Aplicar los resultados para solucionar un problema práctico.

### Habilidades

Formular hipótesis, observar, comparar, calcular, aplicar, explicar.

### Actitudes

Responsabilidad y respeto en el trabajo colaborativo.

Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.

1. Observen las siguientes imágenes en parejas y analícenlas:



- a. ¿Cuál es el problema de la gelatina de la imagen de la izquierda?

- b. ¿Qué creen que pudo haber causado eso?

2. Revisen las recetas y observen las similitudes y diferencias:

#### Receta A

##### Ingredientes:

- 1 sobre de gelatina de frutilla (7 g).
- 2 tazas (400 mL) de agua fría.
- Frutas para decorar.

##### Preparación:

1. Disolver el contenido del sobre en el agua y verter a un molde.
2. Esperar a que se endurezca y desmoldar.
3. Decorar con frutas.

#### Receta B

##### Ingredientes:

- 1 sobre de gelatina de frutilla (7 g).
- 1 taza (200 mL) de agua tibia.
- Frutas para decorar.

##### Preparación:

1. Disolver el contenido del sobre en el agua y verter a un molde.
2. Esperar a que enfríe, se endurezca y desmoldar.
3. Decorar con frutas.

- a. ¿Qué similitudes y diferencias encontraron?

- b. Calculen el % m/m y % m/v de la disolución jalea-agua para las dos recetas. Apóyense en el Taller de estrategias de la página 53.

3. La responsable de que la jalea cuaje y quede con esa forma semisólida es una proteína llamada grenetina, proveniente del colágeno que hay en los huesos. Observa la tabla nutricional de una jalea comercial y responde, apoyándote en el Taller de estrategias de la página 50:

Información nutricional	
Por 100 g de polvo	
Energía	1620 kJ/380 kcal
Proteínas	9,4 g
Hidratos de carbono	86,0 g
Azúcares	85,0 g
Grasas	0,0 g
Fibra alimentaria	0,0 g
Sodio	32 mg
Vitamina C	83 mg

- a. ¿Cuál es la concentración en % m/m de la proteína en la jalea comercial?
- 
- b. ¿Cuál es el % m/V de la proteína en la jalea preparada con cada una de las recetas? (Asume que el volumen de la jalea es igual al del agua que adicionaste).
- 
- c. ¿Qué observas en la concentración de proteína en las dos recetas? ¿Crees que eso pudo afectar la consistencia de la jalea? Justifica tu respuesta.
- 
- d. ¿Cuál es el % m/V de azúcar en las jaleas? (Asume que el volumen de la jalea es igual al del agua que adicionaste).
- 
- e. ¿Cuál es la concentración molar de azúcar (sacarosa  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) en las jaleas? (Asume que el volumen de la jalea es igual al del agua que adicionaste).
- 
- f. Con toda la información que obtuviste, ¿qué solución darías para que la próxima vez no vuelva a derretirse la gelatina?
- 
- g. Compara tus resultados con los de tus compañeros, evalúa tu desempeño y comparte con la clase lo que te pareció más importante de este ejercicio.
- h. ¿Cómo aplicaste la habilidad de comparación en esta actividad? ¿Cómo la podrías mejorar?

## TALLER de estrategias

## Cómo aplicar cálculos de estequiometría a las disoluciones

## Situación problema

Calcula la concentración molar de una disolución de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) que se prepara mezclando 20 g del compuesto con suficiente agua hasta alcanzar un volumen total de 250 mL.

## Paso 1 Identifica la incógnita

En el ejercicio se prepara una disolución donde el soluto es el sulfato de cobre y el disolvente es agua. De esta disolución se pide determinar la concentración molar, es decir, la cantidad de soluto, en moles, que hay en un litro de la disolución.

## Paso 2 Registra los datos

Para determinar la concentración molar, se debe recordar la fórmula que hay que aplicar, ya que esta indica los datos necesarios para calcular.

$$C = \frac{n_{\text{solute}}}{V_{\text{disolución}} \text{ (L)}}$$

Los datos entregados son: 20 g de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) y un volumen de 250 mL.

## Paso 3 Calcula

Si observas la fórmula, te darás cuenta de que se necesita conocer los moles de soluto y los litros de disolución. Por ello, primero debes calcular la cantidad de sustancia y el volumen en litros, los que luego se reemplazan en la fórmula de la concentración molar.

## Cálculo de la cantidad de materia (n)

Primero necesitas calcular la masa molar, la que se obtiene de las masas atómicas de los elementos:



$$63,55 \text{ g/mol} + 32,05 \text{ g/mol} + (4 \cdot 16 \text{ g/mol})$$



$$159,6 \text{ g/mol} \cong 160 \text{ g/mol}$$

Se reemplazan los valores en la fórmula:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{20 \text{ g}}{160 \text{ g/mol}} = 0,125 \text{ mol}$$

## Cálculo del volumen de la disolución

El volumen está entregado en mL y se necesita en L:

$$\frac{1 \text{ L}}{X \text{ L}} = \frac{1000 \text{ mL}}{250 \text{ mL}} \quad X = 0,25 \text{ L}$$

Ahora que se tiene la cantidad de materia y el volumen en litros, se reemplazan en la fórmula de concentración molar:

$$C = \frac{n_{\text{solute}}}{V_{\text{disolución}} \text{ (L)}}$$

$$C = \frac{0,125 \text{ mol}}{0,25 \text{ L}}$$

$$C = 0,5 \text{ mol/L}$$

## Paso 4 Responde

A partir de los cálculos anteriores, se puede determinar que la concentración molar de una disolución preparada con 20 g del sulfato de cobre en 250 mL es 0,5 mol/L.

## Aplica y calcula

1. ¿Cuál es la concentración molar de una disolución acuosa de 100 mL preparada con 3 g de cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ )?
2. Determina la concentración molar de una disolución que fue preparada al mezclar 35 g de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) con 200 g de agua. La densidad de la disolución es 1,2 g/mL.
3. Calcula la concentración molar de 10 mL de una disolución acuosa que fue preparada con 5 g de hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ).
4. Calcula la masa de KOH necesaria para preparar 500 mL de una disolución acuosa con una concentración de 5 M.

## Disoluciones de concentración conocida

### Objetivo

Inferir que es necesario conocer el volumen de la disolución y la masa del soluto para conocer la concentración de la disolución.

### Habilidades

Analizar, evaluar e inferir.

### Actitudes

Responsabilidad y respeto en el trabajo colaborativo.

### ¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?

### Me preparo para aprender

1. Observen en parejas las imágenes de dos tipos de café y respondan:



- a. ¿Cuál de los cafés está más concentrado? Expliquen.
- 
- b. Con la información dada, ¿pueden calcular la concentración de café en cada una de las tazas?
- 
- c. ¿Cómo calcularían la concentración de café en cada tipo de café?
- 
- d. Reflexionen sobre qué valores necesitan para saber la concentración exacta de esta y otras disoluciones. Discutan con todo el curso y lleguen a un acuerdo.

## Preparación de disoluciones de concentración conocida

Hasta ahora has preparado disoluciones de varios tipos. Aunque no lo supieras, has preparado una disolución de café en agua y de jugo en agua. También has calculado la concentración de varios componentes de los alimentos empacados y has visto el efecto de la concentración en propiedades como el sabor y el color.

Como pudiste darte cuenta en la actividad anterior, es necesario conocer la masa o volumen del soluto y el volumen final de la disolución para poder conocer la concentración de una disolución, así que ahora te mostraremos cómo realizar los cálculos necesarios para que puedas preparar una disolución a una concentración exacta, en el laboratorio.

## Preparación de disoluciones por disolución y la determinación de la cantidad de soluto

Estas son disoluciones en las que los componentes se encuentran en estado de agregación diferentes, uno sólido y otro líquido. Por ejemplo, una disolución acuosa de sulfato de cobre pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ) sería una disolución sólido-líquido, pues el sulfato de cobre pentahidratado (soluto) se encuentra en estado sólido y el agua (disolvente), en estado líquido.

### Problema resuelto

¿Qué cantidad de soluto ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ) se debe pesar para preparar 250 mL de una disolución acuosa que tenga una concentración molar de 0,50 mol/L?

**Paso 1.** Identifica la incógnita y la información con que se cuenta

Se pregunta la masa del soluto necesaria y se conoce la concentración y el volumen deseados.

**Paso 2.** Registra los datos

$$C_{\text{disolución}} = 0,50 \text{ mol/L} \quad V_{\text{disolución}} = 250 \text{ mL} = 0,250 \text{ L}$$

**Paso 3.** Calcula y responde

Reemplazado en la fórmula tenemos que:

$$C_{\text{disolución}} = \frac{n_{\text{soluto}}}{V_{\text{disolución}}} = \frac{n_{\text{soluto}}}{0,250 \text{ L}} = 0,50 \text{ mol/L}$$

Reordenando la ecuación se obtiene:

$$n = C \cdot V = \frac{0,50 \text{ mol}}{\text{L}} \cdot 0,250 \text{ L} = 0,125 \text{ mol}$$

Ahora para conocer la masa de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  es necesario calcular su masa molar:

$$M_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{Cu}} + m_{\text{S}} + 4 \cdot m_{\text{O}} + 5 \cdot m_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$M_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = 63,5 \text{ g/mol} + 32 \text{ g/mol} + 4 \cdot 16 \text{ g/mol} + 5 \cdot 18 \text{ g/mol} = 249,5 \text{ g/mol}$$

Y conociendo la cantidad de moles y la masa molar del compuesto, podemos calcular la masa necesaria (en gramos) para preparar la disolución:

$$m = M \cdot n = 0,125 \text{ mol} \cdot \frac{249,5 \text{ g}}{\text{mol}} = 31,2 \text{ g}$$

Lo que significa que tengo que pesar 31,2 g de sulfato de cobre y agregar agua suficiente para alcanzar un volumen de 250 mL para preparar una disolución de concentración 0,50 mol/L.

## Preparación de disoluciones por dilución y la determinación de la cantidad de soluto

Cuando los líquidos se encuentran puros, la cantidad de soluto se determina de manera similar a como se explicó para las disoluciones sólido-sólido, teniendo en cuenta que la masa de los líquidos se puede determinar a partir de su densidad ( $d = m/v$ ), sin embargo, existen disoluciones que se preparan a partir de una disolución más concentrada y a esto se le conoce como disolución por dilución.

Para determinar el volumen de la disolución más concentrada que necesitamos para preparar un volumen determinado de la más diluida existen varias alternativas, cuya elección dependerá de la información con que contamos.

### Científicas del siglo XXI

El arsénico es un elemento natural de la corteza terrestre que se puede encontrar en el aire, el agua y la tierra, y es muy tóxico cuando se presenta en su forma inorgánica.

En algunos países como Chile, está presente de forma natural en niveles altos en las aguas subterráneas, por lo que en nuestro país existe una normativa que dicta que su concentración no debe superar los 0,01 miligramo por litro (mg/L). Varios estudios han arrojado que existen comunas donde los niveles de arsénico en el agua duplican el valor establecido.

La hermanas Margaret y Constanza Lengerich son dos chilenas graduadas de Ingeniería industrial de la Universidad del Desarrollo, que decidieron buscar una solución al problema que genera la presencia de arsénico disuelto en las aguas que abastecen a varias comunas del país y crearon HM Solution, un sistema para purificar el agua de manera masiva y a un costo 10 veces menor que otros. Este invento les mereció recientemente el premio de Rhode Island Business Plan Competition.

Fuentes:

<http://www.eldefinido.cl/actualidad/pais/5332/Chilenas-crean-sistema-que-elimina-arsenico-del-agua-y-es-10-veces-mas-barato>

Casas, L. (2016). Las 14 comunas donde el agua potable tiene arsénico, coliformes o turbiedad sobre la norma. Disponible en: <https://bit.ly/2ZJN3hl>

¿Qué volumen de etanol al 96 % m/m (densidad: 0,804 g/mL) necesitamos para preparar 100 mL de una disolución acuosa de etanol de concentración 2,0 mol/L?

**Paso 1. Identifica la incógnita y la información con que se cuenta**

Se pregunta por el volumen de alcohol comercial necesario y se conoce la concentración y volumen deseados, además de la concentración en % en masa y la densidad del etanol comercial.

**Paso 2. Registra los datos**

$$C_{\text{disolución}} = 2,0 \text{ mol/L} \quad V_{\text{disolución}} = 100 \text{ mL} = 0,100 \text{ L}$$

$$\% \text{ m/m}_{\text{etanol}} = 96 \% \text{ de etanol} = 0,804 \text{ g/mL}$$

**Paso 3: Calcula y responde**

Reemplazando y reordenando en la fórmula, tenemos que:

$$n_{\text{etanol}} = C \cdot V = \frac{2,0 \text{ mol}}{\text{L}} \cdot 0,100 \text{ L} = 0,200 \text{ mol}_{\text{etanol}}$$

Conociendo la masa molar, podemos calcular la masa de etanol necesaria ( $M_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}} = 46,1 \text{ g/mol}$ ):

$$m = M \cdot n = 0,200 \text{ mol} \cdot \frac{46,1 \text{ g}}{\text{mol}} = 9,22 \text{ g}$$

Ahora, sabemos que necesitamos 9,22 g de etanol, pero contamos con una disolución al 96 % m/m, así que reemplazando en la fórmula, podemos calcular la masa del reactivo comercial:

$$m_{\text{disolución}} = \frac{m_{\text{etanol}}}{\% \text{ m/m}} \cdot 100 = \frac{9,22 \text{ g}}{96} \cdot 100 = 9,60 \text{ g de alcohol comercial}$$

Finalmente, con la densidad podemos calcular el volumen necesario:

$$V = \frac{m}{d} = \frac{9,60 \text{ g}}{0,804 \text{ g/mL}} = 11,9 \text{ mL}$$

Con esto llegamos a la conclusión de que para preparar nuestra disolución más diluida necesitaremos 11,9 mL de la disolución comercial.

## Aplica y calcula

Realiza los siguientes ejercicios, apoyándote en los pasos del Taller de estrategias de la página 50.

- El suero fisiológico es una solución acuosa de cloruro de sodio a una concentración m/V de 0,9 %.
  - ¿Qué masa de cloruro de sodio se necesitaría para preparar un litro de suero fisiológico?
  - Si tomamos 10 mL de la disolución de suero fisiológico al 0,9 % m/V para preparar 250 mL de una disolución más diluida, ¿qué concentración molar tendría la nueva disolución?
- El ácido clorhídrico es una disolución acuosa de cloruro de hidrógeno.
  - Si queremos preparar 5 L de una disolución acuosa de ácido clorhídrico con concentración molar de 0,2 mol/L a partir de una disolución que tiene una concentración molar de 11,5 mol/L, ¿qué volumen de la más concentrada debemos tomar para preparar la más diluida?
  - Si queremos preparar 100 mL de una nueva disolución de ácido clorhídrico con una concentración molar de 0,001 mol/L, ¿qué volumen de la disolución de 0,2 mol/L necesitaríamos?

## Preparación de disoluciones de concentración conocida

### Materiales

- Matraz de aforo de 100 mL
- Varilla de agitación
- Embudo analítico
- Balanza
- Espátula
- Vaso de precipitado de 250 mL

### Reactivos

- Cloruro de sodio NaCl

Preparar disoluciones de concentración conocida es una actividad experimental de suma importancia en un laboratorio químico. Muchas de las sustancias que se emplean a diario tienen su origen en la elaboración de disoluciones, que posteriormente reaccionan entre sí.

Hemos visto en páginas anteriores dos procedimientos, preparación de disoluciones y dilución, que se pondrán en práctica en la siguiente actividad experimental. Durante su desarrollo se debe tener en cuenta las condiciones ambientales (recuerda que la calibración del material se realiza a una determinada temperatura), la incerteza del material y los errores humanos que pueden existir durante el procedimiento, todo lo cual influye en la exactitud de la concentración de cada disolución.

**Formen grupos de trabajo y realicen el siguiente procedimiento.**

### Objetivo

Preparar una disolución acuosa de 100 mL de cloruro de sodio (NaCl) 1 mol/L.

### Procedimiento

1. Determinen la masa de soluto (NaCl) necesaria para preparar la disolución.



2. Enciendan la balanza, coloquen el vaso de precipitado sobre ella y luego táren. Con la espátula tomen la sustancia y agréguenla al vaso hasta alcanzar la masa deseada.



3. Agreguen agua en el vaso de precipitado, hasta la mitad del volumen total de la disolución. Para homogenizar, agiten usando una varilla de agitación.



4. Coloquen el embudo sobre el matraz de aforo de 100 mL y traspasen el contenido del vaso de precipitado. Pueden usar también la varilla de agitación.



5. Finalmente, con la piseta, completen el volumen deseado de disolución, 100 mL. No olviden tener en cuenta el menisco del líquido. Tapen el matraz y agiten suavemente afirmando la tapa.

## Descripción de la experiencia

Escriban los cálculos y las observaciones obtenidas en la experiencia. Las observaciones pueden incluir las condiciones ambientales, la incerteza del material empleado y todas aquellas que tengan respecto de la manipulación del material que puedan influir en la exactitud de la concentración. Pueden hacer un registro fotográfico de cada uno de los procedimientos.

### Cálculos para preparar la disolución

### Observaciones

## Resultados de la experiencia

- De acuerdo al procedimiento seguido, ¿obtuvieron las disoluciones deseadas? Expliquen.
- ¿Qué factores pueden incidir en la exactitud de los resultados?

## Conclusiones y comunicación de la experiencia

### Conclusiones

- ¿Son correctas las observaciones que plantearon durante la investigación respecto a la preparación de las disoluciones?
- ¿Qué procedimientos y/o condiciones experimentales influyeron en la exactitud de la concentración obtenida?
- ¿Se puede repetir este procedimiento para preparar otras disoluciones?

### Comunicación

Elaboren una presentación Prezi, Powtoon o PowerPoint para exponer los procedimientos experimentales (aciertos y errores) que explican los resultados obtenidos. Incluyan las fotografías obtenidas durante la actividad.

## Aplica

- Preparen una nueva disolución acuosa, esta vez de  $\text{KNO}_3$  0,1 mol/L. Decidan cuáles son los materiales y procedimientos más apropiados para ello. Para implementar el proceso, pueden guiarse por las pautas expuestas en la actividad experimental desarrollada.

## Medidas de seguridad

- Cada estudiante deberá presentarse al laboratorio provisto de: delantal (completamente abotonado y con puños ajustados) y anteojos de seguridad.
- Todos los estudiantes deberán usar zapatos cerrados y los que tengan el pelo largo deberán mantenerlo atado detrás de la nuca durante la estancia en el laboratorio. En el laboratorio no está permitido comer ni beber.
- Los pasillos del laboratorio deben permanecer despejados, por lo que no se debe dejar ningún objeto en el suelo que pueda obstruir el paso.
- Todos los estudiantes deberán usar guantes para la realización de los procedimientos experimentales.
- Los reactivos nunca deben ser tomados con las manos aun cuando se usen guantes de seguridad. Siempre es necesario emplear una espátula o cuchara para manipular los químicos sólidos.

## Coevaluación

Marquen las actividades que sí realizaron:

- Primero reunimos los materiales.
- Luego, leímos el procedimiento para comprenderlo.
- Llevamos a cabo el procedimiento, respetando las normas de seguridad.
- Ajustamos el procedimiento, según necesidades.
- Hicimos un registro fotográfico por medio de dibujos.
- Registramos los cálculos.
- Tomamos nota de las observaciones.
- Utilizamos los instrumentos correctamente.
- Analizamos la información y llegamos a conclusiones.
- Preparamos la presentación, usando TICs y otros recursos, para exponer los datos cuantitativos y cualitativos.
- Nos organizamos y distribuimos las tareas, considerando las habilidades de cada uno.



## Reacciones en disolución

### Objetivo

Proponer hipótesis sobre las reacciones en disolución en base a conocimientos previos y búsqueda bibliográfica.

### Habilidades

Formular hipótesis e investigar.

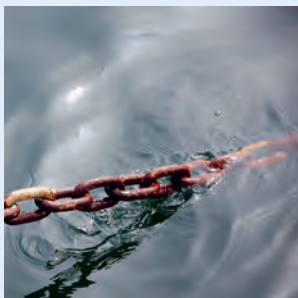
### Actitudes

Curiosidad e interés por conocer y comprender fenómenos del entorno.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos me ayudarán a realizar esta actividad?**

### Me preparo para aprender

1. Observa y analiza las siguientes imágenes y contesta las preguntas:



a. En base a tu conocimiento, plantea una hipótesis sobre qué está ocurriendo en cada imagen.

b. ¿Crees que es necesario conocer más información para saber qué está sucediendo? ¿Cuál?

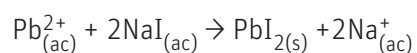
c. Busca información sobre reacciones químicas que ocurran en medio acuoso y asocia cada imagen a un tipo de reacción. Identifícalas.

## Diferentes tipos de reacciones en disolución

### Reacción de precipitación

Cuando dos compuestos, generalmente de carácter iónico, entran en contacto en una disolución, pueden intercambiar sus aniones y/o cationes, y producto de este intercambio, se obtiene un nuevo compuesto que es insoluble en la disolución y cae al fondo del recipiente. Los compuestos insolubles que se forman a partir de dos sales solubles reciben el nombre de **precipitado**.

El empleo de este tipo de reacciones es muy común para la identificación cualitativa de iones en disolución. Por ejemplo, si creemos que hay iones plomo ( $\text{Pb}^{2+}$ ) en disolución, al agregar un poco de yoduro de sodio, se formará un precipitado amarillo correspondiente a la sal yoduro de plomo que es insoluble en agua solamente si tenemos iones plomo presentes. La ecuación que representa esa reacción es:

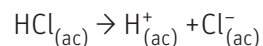


↑ Reacción de precipitación en que se obtiene sal yoduro de plomo.

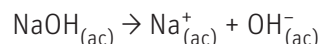
## Reacciones ácido-base

Los ácidos y las bases son de los compuestos más comunes y más empleados de la naturaleza y están presentes en muchos productos medicinales y de uso cotidiano. Ejemplos de ellos son la aspirina (ácido acetilsalicílico) y la leche de magnesia (hidróxido de magnesio).

Un ácido es un compuesto que al estar disuelto en agua libera iones  $H^+$ . A modo de ejemplo veamos la disociación del ácido clorhídrico (HCl) en su ecuación:



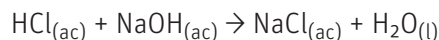
Una base, a diferencia de un ácido, es un compuesto que en presencia de agua libera iones hidroxilo ( $OH^-$ ) como el hidróxido de sodio (NaOH):



Dentro de las ácido-base se incluyen:

- Reacciones de disociación (ruptura de enlaces) tanto de los ácidos como de las bases.
- Reacciones de neutralización que es la reacción entre un ácido y una base, para producir sal y agua.

Por ejemplo, cuando se hace reaccionar ácido clorhídrico e hidróxido de sodio se obtiene cloruro de sodio (sal de mesa) y agua, según la ecuación:

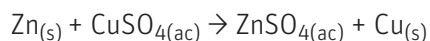


Estas reacciones son incoloras, así que, por lo general, se adicionan indicadores que cambian de color al detectar la presencia de una de las dos especies; en su mayoría cambian de color con la concentración de iones  $H^+$ .

## Reacciones de oxidación-reducción (Redox)

Estas reacciones involucran procesos de transferencia de electrones y ocurren en una gran cantidad de fenómenos que nos rodean, como la producción de calor por la quema del carbón en una parrilla, hasta la oxidación de las estructuras metálicas cerca al mar.

Aunque algunas de las reacciones redox ocurren en disoluciones acuosas, muchas otras no lo hacen, como los ejemplos que vimos anteriormente. Sin embargo, todas tienen dos componentes principales: un **agente reductor** que cede los electrones a la disolución y un **agente oxidante** que los atrapa, como en el caso de la oxidación de cinc metálico en una disolución de sulfato de cobre ( $CuSO_4$ ):

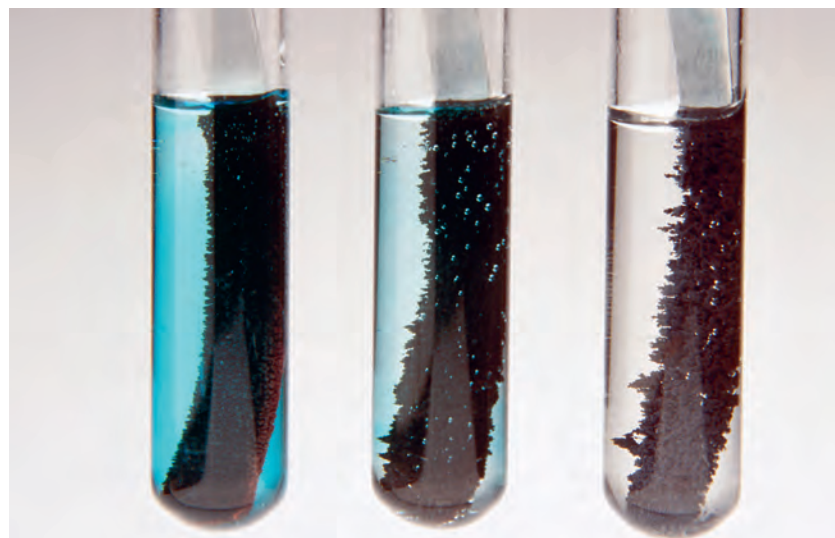


En este ejemplo, el cinc actúa como agente reductor, ya que cede  $2e^-$  (se oxida) y el ion cobre es el agente oxidante que recibe esos electrones (se reduce). Por medio de esta reacción se forma cobre metálico.

↑ Reacción de oxidación-reducción de cinc metálico en una disolución de sulfato de cobre. →



↑ Reacción de neutralización del ácido clorhídrico por titulación.



## Representación de reacciones químicas como ecuaciones

Ya has visto que existen diferentes tipos de reacciones que pueden ocurrir en disolución, pero para expresar una reacción química debemos hacerlo a través de una ecuación química.

Para que una ecuación represente realmente a una reacción química debe cumplirse la **ley de la conservación de la masa** que indica que la materia no se crea ni se destruye, solo se transforma, y esto se traduce en que debe haber la misma cantidad de átomos del mismo elemento a ambos lados de la ecuación química.

Como sabes, para que se cumpla esta ley se emplean los coeficientes estequiométricos, de tal forma que iguallen el número de átomos a cada lado de la reacción. A este proceso se le denomina **balancear la ecuación química**.

Existen diferentes métodos para balancear una ecuación:

- Método del tanteo
- Método matemático o algebraico
- Método de óxido-reducción

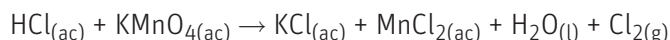
El método del tanteo y el algebraico son métodos que ya conoces de cursos anteriores, pero estos dos métodos algunas veces no resultan suficientes para equilibrar una ecuación, sobre todo si se trata de una reacción redox.

Las ecuaciones redox tienden a ser bastante complejas, ya que participan oxianiones como el cromato ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ), el permanganato ( $\text{MnO}_4^-$ ), nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), etc. Así que existen métodos de balance para este tipo de ecuaciones que nos permiten ver claramente los procesos de transferencia de electrones y facilitan el balance de la ecuación; uno de ellos es conocido como método de óxido-reducción o método del ion-electrón.

### Método del ion-electrón

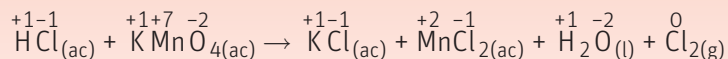
Este método consiste en separar la reacción de oxidación y la reacción de reducción de una ecuación global, balancearlas de forma individual y luego sumarlas para obtener la ecuación total balanceada. Veamos como ejemplo la reacción entre ácido clorhídrico (HCl) y permanganato de potasio ( $\text{KMnO}_4$ ).

La ecuación global de la reacción sin balancear es:

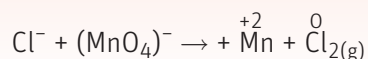


Los pasos que debemos aplicar son los siguientes:

**Paso 1** Para comenzar, colocamos los estados de oxidación de todas las especies que componen la reacción química e identificamos a las especies que se oxidan y las que se reducen:



**Paso 2** Se escribe la ecuación en su forma iónica con solo los elementos involucrados en el proceso de oxidación-reducción. Como el manganeso está formando parte del ion permanganato se deberá colocar el ion completo en la ecuación:



### RECUERDA

Las ecuaciones químicas son representaciones mediante símbolos químicos que nos permiten conocer qué sucede en la reacción y nos entregan una gran cantidad de información como, por ejemplo, los compuestos que son reactivos, los que son producto y en qué proporción se encuentran.

### RECUERDA

Para conocer qué especies se están oxidando o reduciendo, se deben observar los números de oxidación de cada elemento.

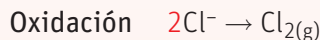
El número de oxidación es la carga que tiene el átomo en esa molécula y se puede calcular teniendo en cuenta que la suma de las cargas de una molécula neutra es cero y que, por lo general, los átomos de oxígeno están con carga  $-2$  y los átomos de H con carga  $+1$ , los metales alcalinos son  $+1$  y los alcalinos térreos  $+2$ .

Para aquellos donde ese número cambie, son los átomos que están involucrados en el proceso de oxidación (aumenta el número) o reducción (disminuye el número).

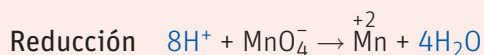
**Paso 3** La ecuación se divide en las semi ecuaciones de oxidación y reducción:



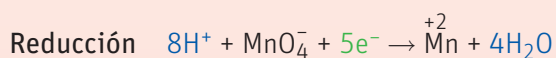
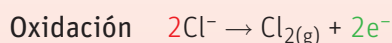
**Paso 4** Se balancean los átomos distintos a hidrógeno (H) y oxígeno (O):



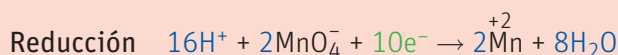
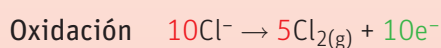
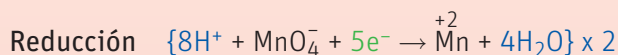
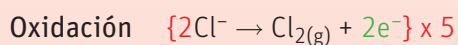
**Paso 5** Para las reacciones que ocurren en presencia de ácidos, los átomos de oxígeno se balancean agregando agua al otro lado de la reacción y los hidrógenos con iones  $\text{H}^+$ . En este caso, como hay HCl, estamos en presencia de ácido, por lo tanto, hacemos el balance agregando a los reaccionantes la cantidad de  $\text{H}^+$  necesaria para compensar el  $\text{H}_2\text{O}$ :



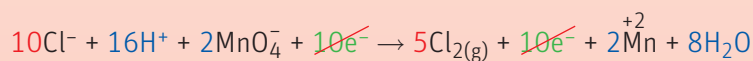
**Paso 6** Para balancear las cargas se adicionan electrones a cada lado de la semi ecuación donde sea necesario:



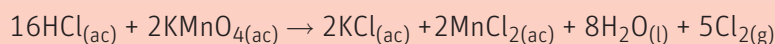
**Paso 7** En caso de ser necesario, se multiplican las ecuaciones por un entero que permita igualar el número de  $\text{e}^-$  a ambos lados de la ecuación.



**Paso 8** Se suman las semi ecuaciones:



**Paso 9** Finalmente se vuelve a escribir la reacción molecular y en caso de ser necesario se balancean las especies que hagan falta por tanteo :



## Aplica

- Busca en internet cinco reacciones Redox complejas, escríbelas sin balancear y compártelas con un compañero.
  - Balancea las ecuaciones que te dé tu compañero usando el método ion-electrón.
  - Identifica qué especie se está reduciendo y cuál se está oxidando.
  - Identifica el agente reductor y el agente oxidante en cada una de las reacciones que balanceaste en la actividad a.

## Coevaluación

- Intercambien los cuadernos y revisen el ejercicio desarrollado por su compañero o compañera. Luego, reúnanse y resuelvan juntos aquellos que hayan estado incorrectos.

## Estequiometría

### Objetivo

Proponer el camino lógico para realizar un cálculo estequiométrico y llegar a un resultado.

### Habilidad

inferir.

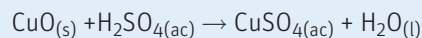
### Actitudes

Curiosidad e interés por conocer y comprender fenómenos del entorno.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?**

## Me preparo para aprender

1. En una mina de cobre encontraron un yacimiento conformado principalmente por minerales de tenorita ( $\text{CuO}$ ) y se quiere solubilizar mediante la reacción con ácido sulfúrico concentrado (lixiviación). La ecuación de la reacción, aunque es más compleja, se puede resumir como:



Al laboratorio de la mina se llevó 1 kg del mineral, para evaluar cuánto ácido sulfúrico al 95 % m/V era necesario para solubilizar toda la muestra. Respondan en parejas.

- a. ¿Pueden calcular la cantidad de ácido necesario? Intenten hacer el cálculo.

- b. ¿Qué datos creen que les hacen falta para poder hacer este ejercicio?

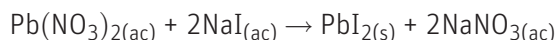
- c. Comparen sus respuestas con las de sus compañeros y compañeras, y entre todos, indiquen qué pasos son necesarios para resolver la pregunta. Justifiquen su respuesta.

- d. Lean el contenido de las siguientes páginas y vuelvan a evaluar sus respuestas actuales. ¿Cambió algo en el proceso que plantearon? Identifiquen sus errores y traten de seguir el proceso para llegar al resultado.

## Estequiometría de reacciones en disolución

Ya aprendiste a calcular la concentración de solutos en una disolución, ahora es tiempo que veamos cómo emplear esos nuevos conocimientos cuando ocurren reacciones en disolución.

Sin importar con qué unidades se calcule la cantidad de un producto formado en una reacción química (masa, volumen o concentración), utilizando la ecuación química que la representa, es necesario emplear moles. Este método se denomina método del mol, donde el coeficiente estequiométrico de cada reactivo equivale al número de moles de cada sustancia. Por ejemplo, en el caso de la precipitación de plomo como yoduro de plomo:

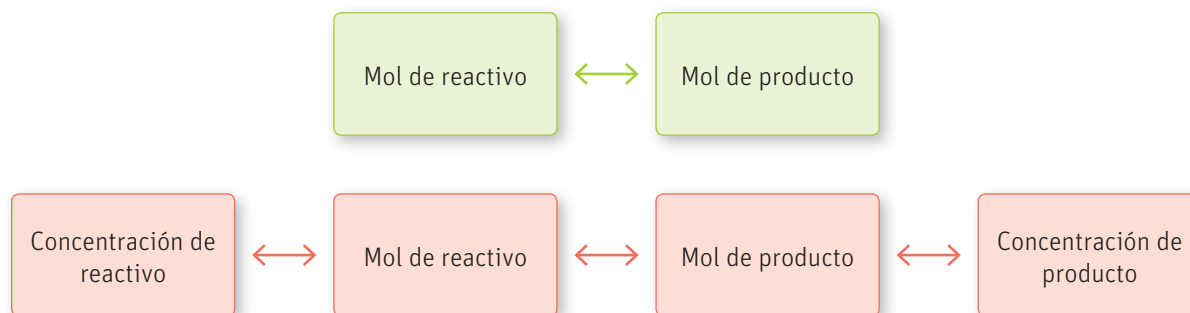


Un mol de nitrato de plomo necesita dos moles de yoduro de sodio para formar un mol de yoduro de plomo sólido.

### RECUERDA

La estequiometría es el estudio cuantitativo de reactivos y productos de una reacción química. En otras palabras, es el procedimiento que me permite saber cuánto obtendré a partir de la cantidad de materia que tengo al principio de una reacción.

El método del mol puede representarse de la siguiente manera:



Para llegar al número de moles del producto, debo conocer los moles del reactivo o viceversa y la relación de proporción que existe entre ellos, que está dada por los coeficientes estequiométricos.

Como estamos estudiando reacciones que ocurren en disolución, el valor más frecuente que se tiene es el de concentración y, en ese caso, debemos saber calcular el número de moles presentes a partir de la concentración de la disolución.

### Cálculo de moles a partir de concentración molar y molal

Cuando conocemos la molaridad o la molalidad de la disolución, solo es necesario hacer un simple reordenamiento en los términos de la ecuación para obtener los moles del soluto que puede ser el reactivo o el producto de nuestra reacción. Por ejemplo, si tenemos 200 mL de una disolución de nitrato de plomo ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ) 0,150 mol/L, podemos calcular los moles de soluto en esa disolución reemplazando los términos en la ecuación de molaridad.

$$C = \frac{n_{\text{Pb}(\text{NO}_3)_2} (\text{mol})}{V_{\text{disolución}} (\text{L})} \rightarrow n = C \cdot V_{\text{disolución}}$$

Donde: C es la molaridad de la disolución (mol/L), n es la cantidad de sustancia (mol) y V es el volumen de la disolución (L).

$$\text{mol}_{\text{Pb}(\text{NO}_3)_2} = \frac{0,150 \text{ mol}}{\text{L}} \cdot 0,200 \text{ L} = 0,03 \text{ mol}_{\text{Pb}(\text{NO}_3)_2}$$

De igual manera, en el caso de la molalidad, si conocemos la masa del disolvente podemos obtener los moles. A modo de ejemplo, si tenemos una disolución de yoduro de sodio (NaI) 0,30 mol/kg que se preparó a partir de 500 g de agua, se pueden calcular los moles de NaI presentes en la disolución:

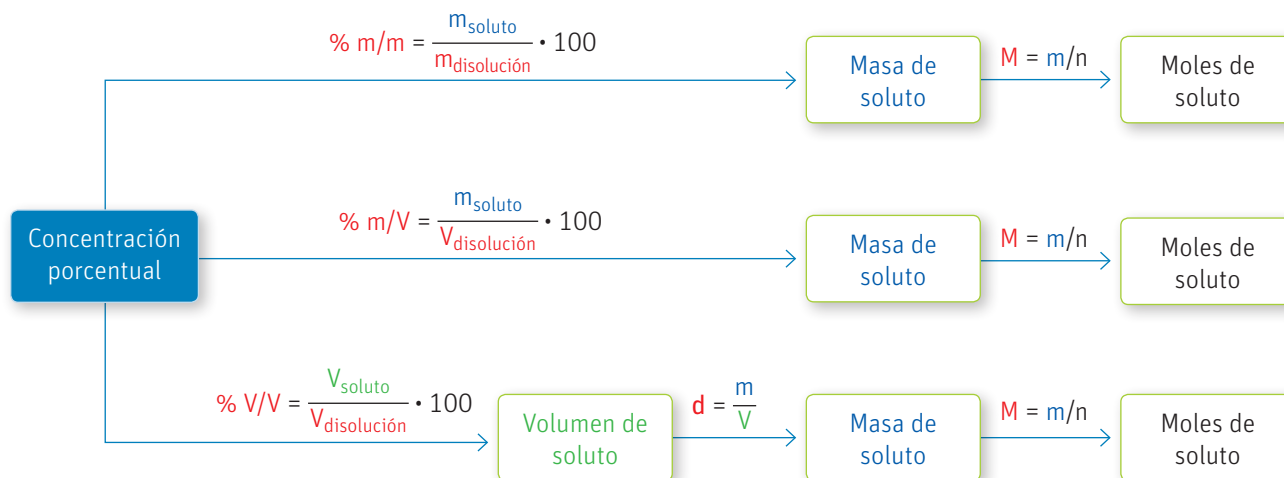
$$m_b = \frac{n_{\text{NaI}}}{m_{\text{disolvente}}} \rightarrow \text{mol} = m_b \cdot m_{\text{disolvente}}$$

$$\text{mol}_{\text{NaI}} = \frac{0,30 \text{ mol}}{\text{kg}} \cdot 0,500 \text{ kg} = 0,15 \text{ mol}_{\text{NaI}}$$

Por lo tanto, para conocer los moles de un reactivo, es necesario conocer la concentración molar y el volumen de la disolución o la concentración molar y la masa del disolvente.

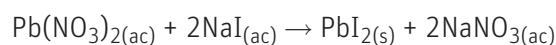
## Cálculo de la cantidad de sustancia (moles) a partir de concentraciones porcentuales

Para calcular la cantidad de sustancia (número de moles) de un reactivo y/o producto, conociendo alguna de las concentraciones porcentuales (% m/m, % m/V, % V/V), se debe seguir el procedimiento señalado en el esquema, donde **m** es la masa en gramos, **M** la masa molar y **d** la densidad.



Después de conocer los moles de reactivo se debe calcular cuál es el reactivo limitante de la reacción.

Para conocer el reactivo limitante debemos dividir los moles presentes de cada reactivo entre el coeficiente estequiométrico de cada compuesto, y verificar cuál valor es el más pequeño, ya que ese será el reactivo limitante. Retomando el ejemplo de la página anterior:

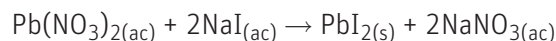


$$\frac{\text{mol}_{\text{Pb}(\text{NO}_3)_2}}{1} \text{ y } \frac{\text{mol}_{\text{NaI}}}{2}, \text{ reemplazando los valores}$$

$$\frac{0,030 \text{ mol}}{1} \text{ y } \frac{0,15 \text{ mol}}{2} \rightarrow 0,030 \text{ mol} < 0,075 \text{ mol}$$

Lo que significa que el nitrato de plomo es el reactivo limitante y ahora se puede calcular cuántos moles de yoduro de plomo se van a producir.

Volviendo a la ecuación, deducimos que por cada mol de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  se produce un mol de  $\text{PbI}_2$ .



Si lo expresamos como relación nos queda:

$$0,030 \text{ mol}_{\text{Pb}(\text{NO}_3)_2} \cdot \frac{1 \text{ mol}_{\text{PbI}_2}}{1 \text{ mol}_{\text{Pb}(\text{NO}_3)_2}} = 0,030 \text{ mol}_{\text{PbI}_2}$$

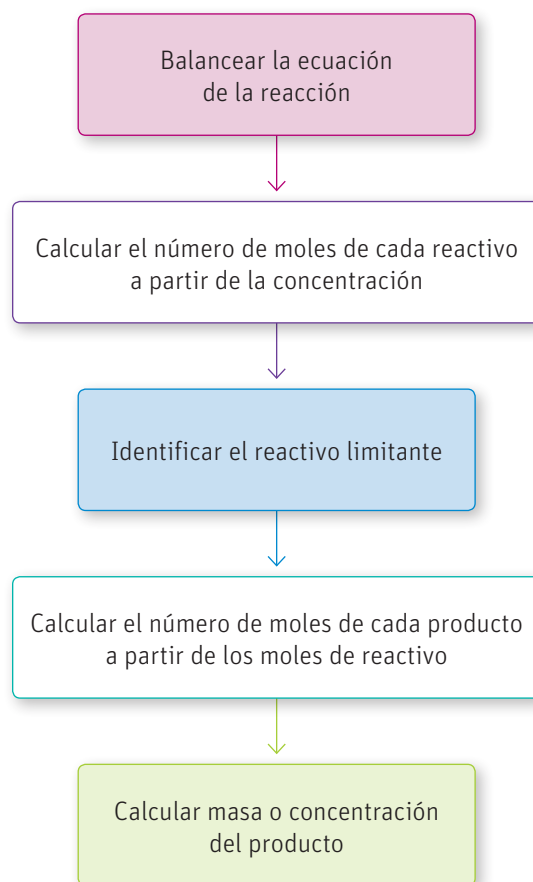
Y si convertimos los moles a masa obtenemos que:

$$0,030 \text{ mol}_{\text{PbI}_2} \cdot \frac{461 \text{ g}}{\text{mol}} = 13,8 \text{ g de PbI}_2$$

### RECUERDA

El reactivo limitante es aquel que se acabará primero y por esta razón siempre se utiliza para hacer todos los cálculos estequiométricos.

A modo de resumen, el siguiente esquema muestra los pasos a seguir para realizar un cálculo estequiométrico de una reacción en disolución:



## Actividad

### Objetivo

Calcular la cantidad de reactivos necesaria para un proceso de producción real.

### Habilidades

Analizar, aplicar, calcular y argumentar.

### Actitudes

Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.

Responsabilidad y respeto en el trabajo colaborativo.

Reconocer la importancia del entorno natural y sus recursos, y manifestar conductas de cuidado y uso eficiente de los recursos naturales y energéticos en favor del desarrollo sustentable y la protección del medio ambiente.

Formen grupos de trabajo y realicen las siguientes actividades:

1. Retomen la actividad *Me preparo para aprender* de la página 60 y realicen el cálculo ahora que ya conocen los pasos a seguir.
2. Diariamente la mina El Teniente procesa un poco más de 1000 toneladas de mineral. Si asumiéramos que todo es tenorita, ¿cuál es el volumen de ácido sulfúrico al 95 % m/V necesario para procesar todo ese mineral?
3. Imaginen que ustedes son los directivos de las operaciones de El Teniente. ¿Qué estrategia usarían para conseguir todo ese material y qué harían con los residuos después? Piensen en el gran impacto que traería que todos esos reactivos volvieran a la naturaleza sin ningún tratamiento. ¿Creen que es importante que las empresas tengan políticas de manejo de los residuos? Justifiquen su respuesta y expónganla frente a su curso.
4. ¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudaron a realizar las actividades anteriores?
5. ¿Qué fue lo más fácil y lo más difícil?
6. ¿Qué deben reforzar para lograr mejores resultados?
7. La investigación científica avanza gracias a que la información es publicada para que todos tengan acceso a ella, ¿tuvieron problemas para expresar sus resultados a sus compañeros?



## ¿Qué tan sensibles somos a la concentración?

### Materiales

- 4 o más matraces erlenmeyer
- Vaso de precipitado
- Varilla de vidrio
- Frasco con gotario
- Hojas de papel blanco
- Pincel
- Colador

### Reactivos

- Alcohol antiséptico al 96 %
- 5 hojas de repollo morado
- Agua destilada
- Bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ )
- Vinagre blanco
- Sprite (o cualquier bebida clara)

### Opcionales

- Hidróxido de sodio  $\text{NaOH}$  (soda cáustica)
- Amoníaco diluido ( $\text{NH}_3$ )
- Ácido clorhídrico diluido ( $\text{HCl}$ )

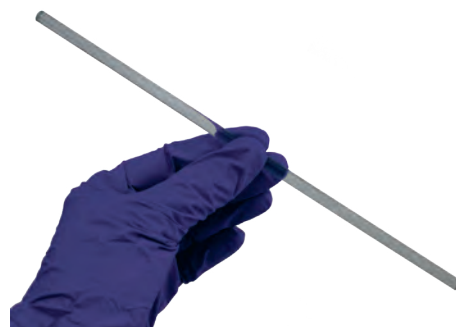
La mayoría de las frutas y flores de colores intensos como el violeta, el rojo o el azul, aparte de la clorofila (molécula necesaria para realizar la fotosíntesis), tienen otro tipo de moléculas llamadas antocianinas, que son las responsables de darle el color característico a cada fruto o flor. Estos compuestos son muy sensibles a los cambios de concentración de iones  $\text{H}^+$ , ya que reaccionan con ellos, cambiando su estructura y por consiguiente su color. Si miramos en más detalle, lo que ocurre es una reacción ácido-base entre los iones  $\text{H}^+$  (ácidos) y la molécula de antocianina (base), provocando un cambio de coloración, cuya intensidad dependerá de la concentración de  $\text{H}^+$  presente en la disolución.

**Formen grupos de trabajo y realicen la siguiente indagación científica.**

### Materiales



Matraz erlenmeyer



Bagueta o varilla de vidrio



Vaso de precipitado

### Procedimiento

1. Tomen las hojas de repollo y córtelas con la mano en trozos pequeños. Dépositenlas dentro del vaso de precipitado.
2. Adicionen alcohol hasta cubrir las hojas y con ayuda de la varilla de vidrio opriman las hojas para extraer los colorantes. Anoten sus observaciones.
3. Con ayuda de un colador, filtren la disolución obtenida y guarden el líquido en el frasco con gotario o en un frasco con tapa. Escriban sus observaciones.
4. Numeren los matraces erlenmeyer y adicionen en cada uno de ellos aproximadamente 50 mL de agua destilada, vinagre blanco y sprite, respectivamente.
5. En el cuarto matraz adicionen 50 mL de agua destilada y una cucharadita de bicarbonato de sodio (agiten para disolver).
6. Si tienen alguno de los otros reactivos, pónganlos en otros matraces erlenmeyer.
7. Poco a poco adicionen gotas de su disolución coloreada sobre cada una de las disoluciones. Observen lo que ocurre y anoten cualquier cambio que les parezca importante o digno de destacar.

### RECUERDA

Para preparar una disolución acuosa de un ácido, el ácido siempre se vierte sobre el agua y no al contrario, pues la reacción que se produce es muy exotérmica.

8. Con ayuda del pincel pueden dibujar en la hoja con el color que más les guste y dejar volar su creatividad.
9. Ya vieron que se observa un cambio de color en cada una de las disoluciones. Una variación que pueden hacer es pintar una hoja completa con la disolución de colorante de repollo y dejar secar.
10. Una vez que esté bien seca, pueden tomar cualquiera de sus muestras (bicarbonato, vinagre, bebida) y pintar sobre la hoja morada.
11. Observen qué ocurre y anoten sus resultados.
12. Dejen volar su imaginación y pinten bonitos diseños.

### Análisis de evidencias, conclusiones y comunicación de resultados

- a. ¿Qué observaron? Investiguen en internet sobre los componentes del repollo y cuál podría ser el responsable de su observación. Planteen al menos una hipótesis a partir de sus descubrimientos.

- b. ¿Qué tipo de reacción se está llevando a cabo para que exista ese cambio de color?

- c. En la disolución que se forma, ¿cuál es el soluto y cuál es el disolvente?

- d. En base a sus observaciones, planteen una hipótesis sobre qué características tiene cada una de las disoluciones que hace que cambien de color.

- e. Redacten un informe con sus resultados, análisis y conclusiones y expónganlo frente al curso.

### Medidas de seguridad

- Cada estudiante deberá presentarse al laboratorio provisto de: delantal (completamente abotonado y con puños ajustados) y anteojos de seguridad.
- Todos los estudiantes deberán usar zapatos cerrados y los que tengan el pelo largo deberán mantenerlo atado detrás de la nuca durante la estancia en el laboratorio. En el laboratorio no está permitido comer ni beber.
- Los pasillos del laboratorio deben permanecer despejados, por lo que no se debe dejar ningún objeto en el suelo que pueda obstruir el paso.
- Todos los estudiantes deberán usar guantes para la realización de los procedimientos experimentales.
- Los reactivos nunca deben ser tomados con las manos aun cuando se usen guantes de seguridad. Siempre es necesario emplear una espátula o cuchara para manipular los químicos sólidos.

### Coevaluación

Marquen las actividades que sí realizaron:

- Primero reunimos los materiales y reactivos.
- Luego, leímos el procedimiento para comprenderlo.
- Llevamos a cabo el procedimiento, respetando las normas de seguridad.
- Ajustamos el procedimiento, según necesidades.
- Registramos las observaciones adecuadamente.
- Formulamos una hipótesis, basándonos en las evidencias.
- Investigamos para justificar nuestras explicaciones.
- Utilizamos los instrumentos correctamente.
- Analizamos las evidencias y llegamos a conclusiones.
- Redactamos el informe, incluyendo resultados, análisis y conclusiones.
- Nos organizamos y distribuimos las tareas, considerando las habilidades de cada uno.
- Trabajamos de manera responsable.

### Conocimientos:

- Concentración de disoluciones.
- Tipos de reacciones en disolución.
- Estequiometría en reacciones en disolución.

### Habilidades:

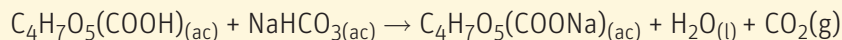
Identificar, clasificar, analizar, aplicar, calcular, evaluar y crear.

### Actitudes:

- Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.
- Valoración y cuidado de la salud.

1. Un adulto produce entre 2 a 3 litros de jugos gástricos al día, los cuales se encargan de digerir los alimentos y activar algunas enzimas digestivas. El jugo gástrico es un líquido que está compuesto principalmente por ácido clorhídrico (HCl) en una concentración 0,03 mol/L. A continuación, te presentamos dos antiácidos comerciales y sus componentes:

El ácido cítrico del antiácido A es principalmente para darle un mejor sabor y ayudar a la suspensión de los sólidos en el agua. Cuando se echa al agua el antiácido A, se forma una efervescencia que se debe a la reacción que ocurre entre el ácido cítrico y el bicarbonato de sodio, según la siguiente reacción:



formando citrato de sodio, agua y dióxido de carbono que es el gas que vemos salir al momento de disolver el sobre en el agua.

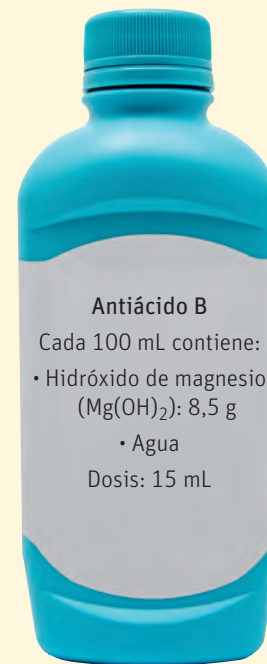
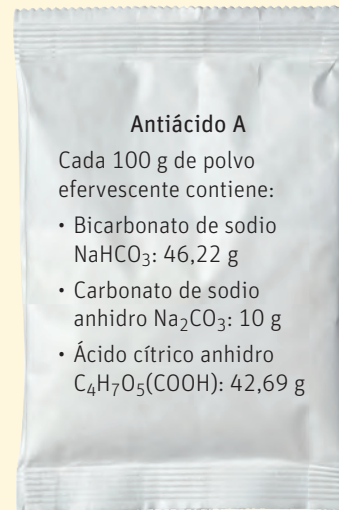
### Aplica, analiza y calcula

- a) ¿Cuánto bicarbonato quedará cuando todo el citrato se acabe?

### Analiza, identifica y clasifica

- b) Plantea las ecuaciones de neutralización (balanceadas) que están ocurriendo entre cada uno de los antiácidos y el ácido clorhídrico. Observa el ejemplo de la primera:

Antiácido A	$2\text{HCl}_{(\text{ac})} + \text{Na}_2\text{CO}_3_{(\text{ac})} \rightarrow 2\text{NaCl}_{(\text{ac})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + \text{CO}_2_{(\text{g})}$
Antiácido A	
Antiácido B	



**Aplica, analiza y calcula**

c) Si tienes un volumen de 2 L de jugo gástrico (HCl 0,03 mol/L), ¿cual será la concentración final del ácido después de tomarse una dosis (15 mL) del antiácido A o un sobre del antiácido B?

**Analiza, evalúa y crea**

d) De acuerdo con los resultados obtenidos en la pregunta anterior, ¿cuál de los dos productos es más efectivo? Justifica tu respuesta. Intenta crear en tu cuaderno un antiácido que se podría usar en caso de producirse un derrame de ácido. Píde ayuda a tu profesor o profesora de Biología.

**Cómo terminas?**

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítems	Habilidades	Nivel de desempeño
Identifiqué los componentes de cada mezcla y determiné cuáles están involucrados en la reacción de neutralización del ácido.	a)	Aplicar, analizar y calcular	<input type="checkbox"/> L: 2 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> ML: 1 respuesta correcta. <input type="checkbox"/> PL: ninguna respuesta correcta.
Realicé los cálculos estequiométricos correctamente.	a) y c)	Aplicar, analizar y calcular	<input type="checkbox"/> L: 2 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 1 ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
Planteé las ecuaciones de la reacción en base al conocimiento de los tipos de reacción y predije los posibles productos.	b)	Analizar, identificar y clasificar	<input type="checkbox"/> L: ítem correcto. <input type="checkbox"/> ML: ítem parcialmente correcto. <input type="checkbox"/> PL: ítem incorrecto.
Evalué los resultados para llegar a la mejor preparación y logré informarla adecuadamente.	d)	Analizar, evaluar y crear	<input type="checkbox"/> L: ítem correcto. <input type="checkbox"/> ML: ítem parcialmente correcto. <input type="checkbox"/> PL: ítem incorrecto.

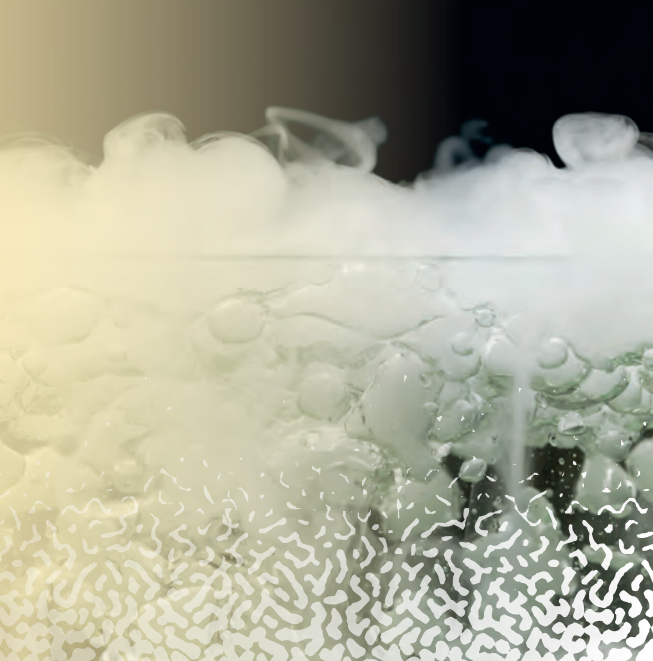
L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr

**Autoevaluación**

- ¿Te resultaron complicados los conocimientos evaluados? ¿Cuál te costó más? ¿Qué estrategia te plantearías para resolverlo?
- Explica con tus palabras en qué consiste y cómo aplicaste las siguientes habilidades: formular preguntas de investigación, formular hipótesis, registrar evidencias, analizar evidencias, concluir y comunicar. ¿Hay alguna de ellas que debas reforzar?
- ¿Qué procedimiento utilizaste para hacer cálculos? Explícalo con tus palabras. ¿Qué debes mejorar?
- ¿Cómo fue tu desempeño en los trabajos grupales?, ¿consideraste la opinión y los aportes de los otros con respeto y empatía?
- ¿Lograste la meta que te propusiste en la página 15?, ¿han sido efectivas las estrategias que definiste al principio de la unidad?, ¿debes realizar cambios en tus estrategias?, ¿cuáles?
- Si en el futuro trabajaras en una industria o empresa generadora de residuos contaminantes, ¿qué harías para convencer a tus jefes de solucionar el problema?

# PROPIEDADES COLIGATIVAS DE LAS SOLUCIONES

La concentración de las disoluciones puede afectar sus propiedades físicas, por ejemplo, su densidad, conductividad eléctrica, viscosidad, color, entre otras. Estos cambios dependen no solo de la concentración, sino también de cuál sea la especie disuelta. Sin embargo, cuando las propiedades físicas de las disoluciones dependen exclusivamente de la concentración y no de la naturaleza del soluto disuelto, se les denominan propiedades coligativas. En esta lección aprenderás cuáles son las propiedades coligativas, las relaciones existentes entre ellas y cómo calcularlas. Además, conocerás las aplicaciones e importancia de estas propiedades en diversos procesos presentes en la vida cotidiana.



## ACTIVA tus conocimientos previos

### Conocimientos:

- Expresión de la concentración de las disoluciones.
- Identificación de tipos de disoluciones.
- Relación entre la temperatura y el estado de agregación de una sustancia.

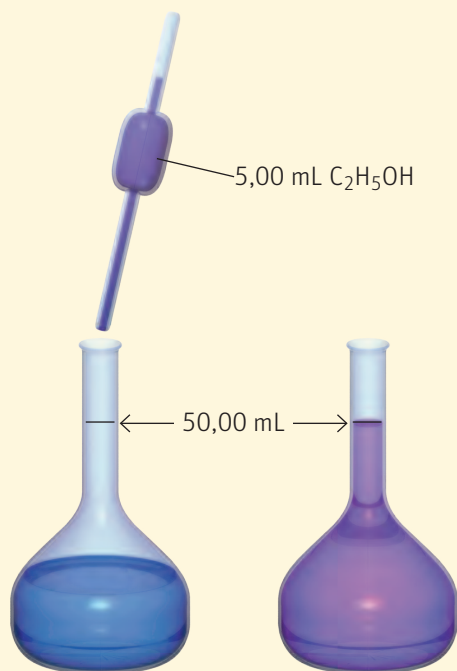
### Habilidades:

Reconocer, analizar, deducir, calcular, explicar, aplicar y predecir.

### Actitudes:

- Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.
- Pensamiento crítico.

1. En un laboratorio se preparan 50 mL de una disolución acuosa de etanol ( $C_2H_5OH$ ), disolviendo 5 mL de etanol absoluto al 99,8 % en masa y densidad 0,789 g/mL en suficiente agua, según se muestra en la figura.



### Analiza, deduce y calcula

- a) Expresa la concentración de esta disolución en términos de:

- Porcentaje en masa \_\_\_\_\_
- Porcentaje masa volumen \_\_\_\_\_
- Molaridad \_\_\_\_\_
- Molalidad \_\_\_\_\_

### Analiza, calcula y explica

- b) Si de la disolución anterior se extraen 10 mL:

- ¿Qué masa de etanol quedará en el matraz? \_\_\_\_\_
- ¿Cuántos moles de etanol se habrán extraído? \_\_\_\_\_
- ¿Habrá cambiado la concentración de la disolución remanente? Justifica brevemente tu respuesta.

---



---



---

### Reconoce y calcula

- c) Convierte las siguientes cantidades. Ten en cuenta las unidades:

- 5 kg → \_\_\_\_\_ g
- 100 mg → \_\_\_\_\_ g
- 25 g/mL → \_\_\_\_\_ g/L
- 100 ppm → \_\_\_\_\_ g/mL

2. Acerca de las siguientes disoluciones:



**A** Acero



**B** Gaseosa



**C** Vinagre



**D** Atmósfera

**Reconoce, aplica y explica**

a) De las cuatro disoluciones, ¿cuál presenta las interacciones más fuertes? Relaciona con su estado de agregación.

---

**Reconoce, aplica, predice y explica**

b) Entre las disoluciones B, C y D, ¿en qué caso crees que se debería bajar más la temperatura para convertirla en un sólido? Una vez estén las cuatro en estado sólido, ¿cuál de todas se fundirá a mayor temperatura? Explica el razonamiento que te llevó a la respuesta.

---



---



---

## ¿Cómo empiezas?

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con  el nivel de desempeño correspondiente. Pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítems	Habilidades	Nivel de desempeño
Realicé cálculos de distintas formas de expresar la concentración de una disolución.	1a) y b)	Analizar, explicar, deducir y calcular	<input type="checkbox"/> <b>L:</b> 7 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> <b>ML:</b> 1 a 6 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> <b>PL:</b> ninguna respuesta correcta.
Reconocí y calculé la relación entre distintas unidades de medida.	1 c)	Reconocer y calcular	<input type="checkbox"/> <b>L:</b> 4 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> <b>ML:</b> 1 a 3 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> <b>PL:</b> ninguna respuesta correcta.
Reconocí los tipos de interacciones presentes en varias sustancias y pude relacionarlas con algunas de sus propiedades.	2 a) y b)	Reconocer, aplicar y explicar	<input type="checkbox"/> <b>L:</b> 3 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> <b>ML:</b> 1 o 2 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> <b>PL:</b> ninguna respuesta correcta.

L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr

## Autoevaluación

Vamos a profundizar ahora en tus hábitos respecto del consumo del agua. Marca las acciones que sí realizas:

- ¿Cierras el grifo del agua cuando te lavas los dientes?
- ¿Cierras el grifo del agua cuando te lavas las manos y las estás jabonando?
- ¿Cierras la ducha cuando te estás jabonando?
- Cuando estás en el colegio y usas el bebedero, ¿lo cierras si haces una pausa?
- ¿Echas papeles al inodoro?
- ¿Avisas a tus padres o profesores si ves que una llave de agua está goteando?
- Si deseas tomar agua fría, ¿dejas correr el chorro hasta que se enfríe?

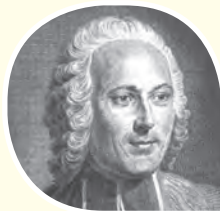
Comenta con tus compañeros y compañeras.

# Línea de tiempo PROPIEDADES



**Daniel Bernoulli**  
(Países Bajos)

reflexiona en su libro *Hydrodynamica* acerca de las razones que explicarían la disminución de la temperatura de congelación de disoluciones de azúcar y otras sales.



**Jean Antoine Nollet**  
(Francia)

descubre la osmosis.



**Richard Watson**  
(Reino Unido)

estudia los efectos que provoca la adición de distintas sales a distintas concentraciones, sobre la temperatura de congelación de las disoluciones.



1738



1748



1771

Monarquía absoluta en Francia.



**René Joachim Henri Dutrochet**  
(Francia)

investiga y describe el proceso de osmosis.



**Friedrich Rüdorff**  
(Alemania)

continúa los estudios de Blagden e introduce la masa molecular en la ecuación y la constante específica.



**Louis Casimir de Coppet**  
(Suiza)

aplica por primera vez la teoría molecular al análisis del comportamiento de las propiedades de las disoluciones.



**Wilhelm Friedrich Pfeffer**  
(Alemania)

desarrolló una membrana semiporosa para estudiar los fenómenos de la osmosis.



1826



1860



1872



1877

Primera Revolución Industrial.

Segunda Revolución Industrial.

PROPIEDADES COLIGATIVAS

AÑO

CONTEXTO HISTÓRICO

PROPIEDADES COLIGATIVAS

AÑO

CONTEXTO HISTÓRICO

# COLIGATIVAS



**Charles Blagden**  
(Reino Unido)

plantea una relación matemática entre la disminución de la temperatura de congelación y la concentración del soluto.



**John Dalton**  
(Reino Unido)

publica una ley empírica llamada Ley de las presiones parciales.



**William Henry**  
(Reino Unido)

postula la ley que lleva su nombre, la cual indica que la solubilidad de un gas es proporcional a la presión.



1778

Monarquía absoluta en Francia.



1802

Napoleón gobierna en Francia como cónsul, después de haber dado un golpe de Estado en 1799.  
Primera Revolución industrial.



1803



**Francois Marie Raoult**  
(Francia)

encontró que un soluto disuelto disminuye la presión de vapor del disolvente.



**Jacobus Henricus Van't Hoff**  
(Países Bajos)

basado en los experimentos de Pfeffer y otros científicos de la época, publica un artículo acerca de la relación entre la presión de los gases y la presión osmótica.



**Harmon Northrop Morse**  
(Estados Unidos)

mejora la teoría de Van't Hoff e introduce correcciones para sustancias electrolíticas.



1882

Segunda Revolución Industrial.  
Imperialismo.



1887



1903

Imperialismo.



# Introducción a las propiedades coligativas y antecedentes históricos

## Objetivo

Comprender que existe una relación entre la composición de una disolución y su presión de vapor.

## Habilidades

Investigar, formular preguntas de investigación e hipótesis, planificar y argumentar.

## Actitudes

Curiosidad e interés por conocer fenómenos del entorno.  
Pensamiento crítico.  
Responsabilidad y respeto en el trabajo colaborativo.

## ¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?

## Me preparo para aprender

1. Tres botellas de 1 litro se llenan hasta la mitad: la primera con bebida efervescente, la segunda con agua mineral sin gas y la tercera con jugo de naranja natural. Las tres botellas se cierran herméticamente y se dejan en un lugar cálido durante unas horas. Al abrir las botellas, la primera expulsa gas violentamente, la segunda también expulsa gas, aunque en menor cantidad y no con tanta fuerza, y en la tercera botella apenas sale gas. Formen grupos de trabajo y realicen las actividades.

- a. Investiguen acerca de la composición de los 3 líquidos y relacionen sus semejanzas y diferencias.

- b. Si el contenido de las tres botellas es mayoritariamente agua, propongan una pregunta de investigación y una hipótesis para explicar el fenómeno descrito en el enunciado de la actividad. Pueden consultar la página 227 del libro.

- c. Diseñen un experimento en el que puedan medir la presión al interior de cada botella, utilizando un manómetro de bicicleta. Escriban las instrucciones y lo que se espera del experimento. Pueden consultar las páginas 228 y 229 del libro.

- d. ¿Creen que existe una relación entre la cantidad de gas dentro de la botella y la presión liberada al quitar la tapa? Expliquen.

2. ¿Cómo aplicaron la habilidad de argumentación en esta actividad?

## Propiedades coligativas

Cuando se disuelven algunas sustancias en un disolvente, ocurre que las disoluciones resultantes muestran variaciones significativas en algunas de sus propiedades respecto a las del disolvente puro. Ejemplo de esto es el agua pura, cuyo punto de congelación en condiciones normales es de 0 °C, sin embargo, es fácil comprobar que las disoluciones acuosas se congelan a temperaturas más bajas.

De la misma forma, la presencia de moléculas de soluto en el seno del disolvente hace que la temperatura de ebullición de la disolución aumente respecto a la del disolvente puro.

Estos son solo dos ejemplos de propiedades físicas de las disoluciones que dependen únicamente de la cantidad de soluto disuelto (concentración), pero no de su naturaleza o identidad. Tales propiedades se denominan propiedades coligativas. Coligativo es una palabra que proviene del latín *colligatus* y significa "unidos, en conjunto"; con esto se resalta que las propiedades coligativas dependen del efecto colectivo del número de partículas de soluto y no de su naturaleza.

## Antecedentes históricos

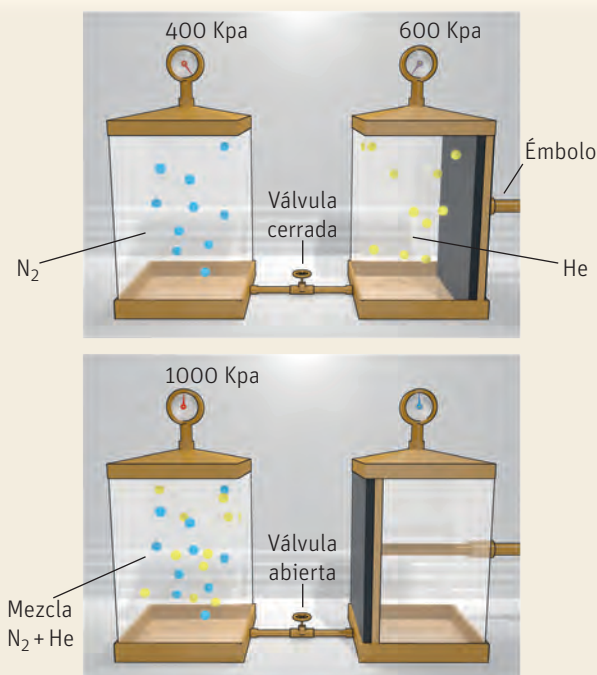
En 1802, el químico y físico inglés John Dalton publicó una ley empírica llamada Ley de las presiones parciales, en la que planteó que la presión total de una mezcla de gases que no reaccionan entre sí es igual a la suma de las presiones parciales de cada uno de los gases presentes en la mezcla.

Un experimento clásico que demuestra su teoría se muestra en el diagrama. Dos recipientes con dos gases inertes diferentes y a distinta presión se conectan según se muestra en el diagrama. Al abrir la válvula y presionar un émbolo se hace pasar todo el helio hacia el compartimiento del nitrógeno. El manómetro indica que la presión total del sistema es ahora la suma de las presiones de ambos gases, o sea:

$$P_T = P(N_2) + P(He)$$

donde  $P_T$  es la presión total de la mezcla y  $P(N_2)$  y  $P(He)$  son las presiones parciales  $N_2$  y He, respectivamente.

← John Dalton.



Un año después, el químico inglés William Henry enunció la ley que posteriormente llevaría su nombre, donde planteó que "a una temperatura constante, la cantidad de gas disuelta en un líquido es directamente proporcional a la presión parcial que ejerce ese gas sobre el líquido".

William Henry. →

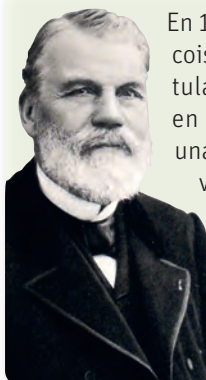
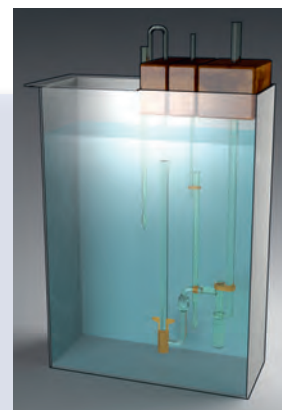




En 1877, mientras investigaba el metabolismo de las plantas, Wilhelm Friedrich Philipp Pfeffer, botánico y fisiólogo alemán, desarrolló una membrana semiporosa para estudiar los fenómenos de la osmosis.

El dispositivo osmométrico diseñado y construido por él para medir la presión osmótica de una disolución usaba una membrana porosa sobre la cual se depositó ferrocianuro de cobre ( $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ).

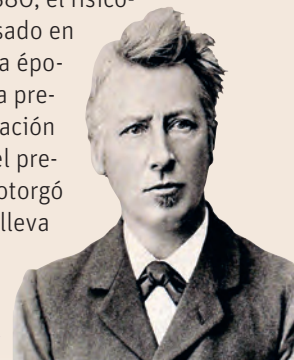
← Wilhelm Friedrich Philipp Pfeffer.



En 1882, el químico francés Francois Marie Raoult enunció el postulado en el cual establece que en una disolución ideal existe una relación entre la presión de vapor de cada componente de la disolución que depende de la presión de vapor y de la fracción molar de cada componente individual.

← Francois Marie Raoult.

Algunos años después, también en la década de 1880, el fisicoquímico holandés Jacobus Henricus Van't Hoff, basado en los experimentos de Pfeffer y otros científicos de la época, publicó un artículo acerca de la relación entre la presión de los gases y la presión osmótica. Su investigación en el área de las propiedades coligativas le valió el premio Nobel de Química en 1901, el primero que se otorgó en esa especialidad. Él introdujo la ecuación que lleva su nombre y que relaciona la presión osmótica con la concentración de soluto en una disolución.



Jacobus Henricus Van't Hoff. →



Harmon Northrop Morse a finales del siglo XIX publicó una serie de artículos sobre la preparación de ácido permangánico. Algunos años después publicó un informe donde resumía el trabajo realizado entre 1899 y 1913, por el que le concedieron la medalla de Avogadro de la Academia de Ciencias de Turín. Su principal aporte en esta área fue el desarrollo de un método electroquímico para la deposición de membranas semipermeables, lo que permitió mejorar la celda de Pfeffer y, además, verificar y corregir la teoría de Van't Hoff.

← Harmon Northrop Morse.

## Actividad

### Objetivo

Conocer acerca de experimentos relevantes relacionados con las disoluciones.

### Habilidades

Buscar información bibliográfica, usar TICs, comunicar.

### Actitudes

Valoración e interés por los aportes de hombres y mujeres al conocimiento científico.

- Organizados en grupos, investiguen en internet y en la biblioteca de su colegio acerca de los científicos y experimentos mencionados en estas páginas y en las páginas 18 y 19, y 70 y 71. Luego expongan en clases, empleando recursos como esquemas, diagramas, recursos digitales y otros. Contesten preguntas como las siguientes:
  - ¿Qué especialidad tenía?
  - ¿Cuáles son los principales eventos de su vida?
  - ¿Qué experimento, ley o teoría aportó en relación a las soluciones? Especifique hipótesis y conclusiones.
  - ¿Qué importancia tuvieron las evidencias científicas en su trabajo?
  - ¿Qué otros científicos retomaron sus investigaciones y qué consecuencias tuvo esto?
  - ¿Qué conclusiones puedes obtener respecto de cómo se construye el conocimiento científico?
- ¿Qué habilidades deben tener los científicos para desarrollar su trabajo? ¿Creen que esas mismas habilidades las deben aplicar ustedes para aprender ciencias?

# Descenso de la presión de vapor en disoluciones

## Ley de Raoult

### Objetivo

Ilustrar la presión de vapor y cómo varía entre una disolución y el solvente puro.

### Habilidades

Observar, comparar y formular hipótesis.

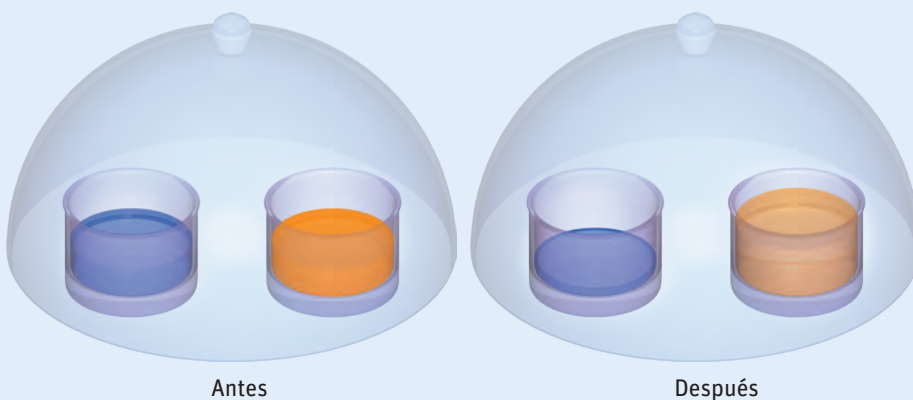
### Actitudes

Mostrar curiosidad e interés por conocer y comprender fenómenos del entorno.

### ¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos me ayudarán a realizar esta actividad?

### Me preparo para aprender

- En dos recipientes idénticos se vierte agua destilada en el primero y jugo de naranja en el segundo. Se cubren ambos recipientes herméticamente con una campana de cristal, a temperatura ambiente. Transcurridas algunas horas, se comparan los niveles de líquido en ambos recipientes y se observa que el contenido del recipiente con agua pura es ahora menor, en tanto que el nivel del vaso con jugo de naranja es mayor que el inicial.



- ¿Qué crees que pudo haber ocurrido? Formula una hipótesis.

- ¿La concentración del jugo será la misma que al inicio del experimento? Explica.

- ¿Por qué es importante la curiosidad y el interés en el desarrollo de la ciencia?

¿Te has detenido a pensar alguna vez por qué es posible que el agua se evapore si la dejamos en un recipiente al sol o incluso a la sombra, considerando que el agua ebulle a 100 °C, mientras que la temperatura en un día muy caluroso es de apenas unos 35 °C?

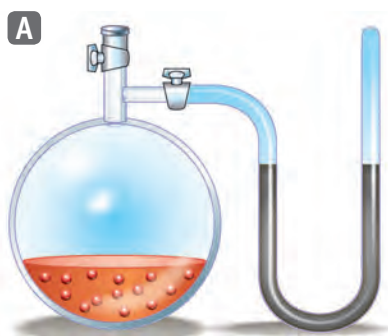
Esto se debe en gran medida a una característica de las sustancias líquidas: su capacidad de evaporarse, o sea, de que sus partículas escapen de la superficie del líquido hacia la fase gaseosa. Para lograr esto, las moléculas de la sustancia necesitan vencer las interacciones que las retienen en el seno del líquido, es decir, las interacciones que existen entre las moléculas.

La presión de vapor ( $P$ ) de un líquido se relaciona justamente con la tendencia que tienen las moléculas a escapar de la superficie de un líquido. Para entender mejor, observa la primera figura de la siguiente página, en la cual se puede apreciar la presión de vapor en un disolvente puro.

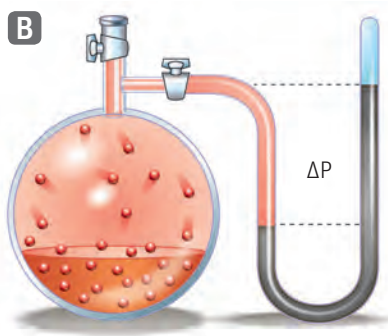
### RECUERDA

Una molécula polar es aquella en la que la distribución de las cargas positivas y negativas se concentran en zonas “opuestas”, creando así un dipolo. Las moléculas apolares tienen una distribución uniforme de cargas de manera que no se generan “polos”. Las interacciones de las primeras son más fuertes debido a la atracción entre polos opuestos.





En el sistema de la ilustración (A), se encuentra el líquido y una fase gaseosa sobre este. Se dice que no hay presión de vapor o hay una presión de vapor igual a cero.

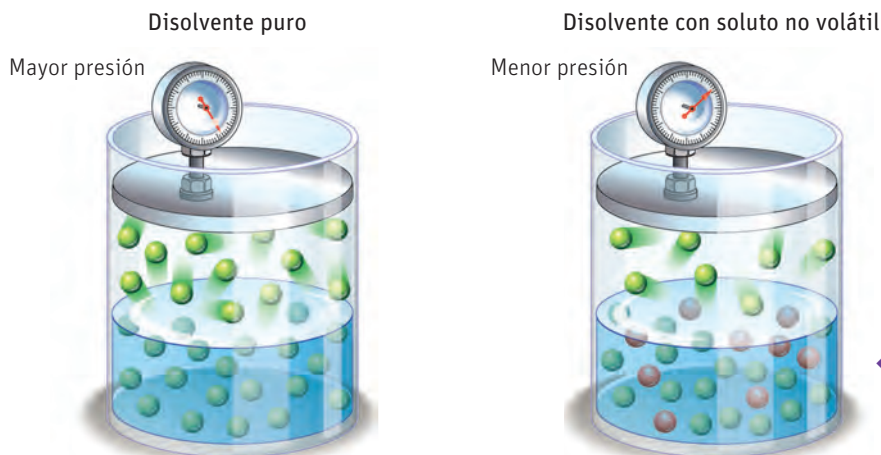


En el sistema de la ilustración (B), las moléculas del líquido escapan hacia la fase gaseosa por evaporación. Esto ocurre hasta que se alcance el equilibrio, en el que la velocidad de las moléculas que salen es igual a la de las que ingresan al líquido, produciéndose una presión de vapor estable, mientras la temperatura es constante.

Explica con tus propias palabras las ilustraciones de esta página: ¿qué están mostrando?, ¿cuál es la diferencia entre la imagen izquierda y derecha en cada una de ellas?

↑ ← Representación de la presión de vapor.

Por el contrario, cuando añadimos a un disolvente un soluto no volátil obtendremos una disolución; en ese caso a las moléculas del disolvente les será más difícil abandonar el seno de la disolución, por ende, la presión de vapor será menor, pues la cantidad de moléculas de disolvente en fase de vapor disponibles, será menor y ejercerán una menor presión, tal como se muestra en esta figura.



← Representación de la presión de vapor de un disolvente puro y de una disolución.

El grado en que este soluto no volátil abate la presión de vapor es proporcional a su concentración. Esta relación se expresa en la ley de Raoult, cuyo enunciado plantea que “la relación existente entre la presión de vapor de cada componente en una disolución ideal depende de la presión de vapor del componente y de su fracción molar en la disolución”. Matemáticamente esto se expresa de forma general como:

$$P_A = P_A^\circ X_A$$

Siendo A un componente volátil y donde  $P_A$  es la presión parcial del componente A,  $P_A^\circ$  es la presión de vapor del componente A puro, y  $X_A$  es la fracción molar del componente A en la disolución.

### Muy interesante...

Cuando sentimos el olor de una sustancia cualquiera, lo que estamos percibiendo son moléculas de esa sustancia que llegan hasta nuestros receptores olfativos. Según una reciente publicación de la revista Science en 2014, investigadores han determinado que nuestra nariz es capaz de identificar más de 1 trillón de olores diferentes. ¿Te parece impresionante? Pues el sentido del olfato del perro es de 1 000 a 100 000 veces superior, según varios estudios.



### RECUERDA

En un líquido sus componentes tienen una movilidad menor, un mayor número de choques e interacciones más fuertes que cuando se encuentran en fase gaseosa. Mientras más fuertes son las interacciones entre los componentes que forman el líquido, menos probable es que se escapen hacia la fase gaseosa, por tanto, menor será su presión de vapor.

La fracción molar de un componente A ( $X_A$ ) es la relación entre el número de moles de ese componente ( $n_A$ ) y el número total de moles que aportan todas las sustancias presentes en la disolución ( $n_T$ ). Para una disolución formada por un disolvente A y un soluto B,  $n_T = n_A + n_B$ , entonces, la fracción molar del disolvente se calcula como:

$$X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$$

Si tenemos en cuenta que  $X_A + X_B = 1$ , entonces, si la proporción de A disminuye, la presión parcial de ese componente también disminuye: siendo que A es el único componente volátil, entonces la presión de vapor de la disolución disminuye.

De hecho, la reducción en la presión de vapor depende de la concentración total de partículas de soluto, ya sean moléculas o iones. El descenso o abatimiento de la presión de vapor es, por lo tanto, una propiedad coligativa, así que depende de la concentración de partículas de soluto y no de su naturaleza.

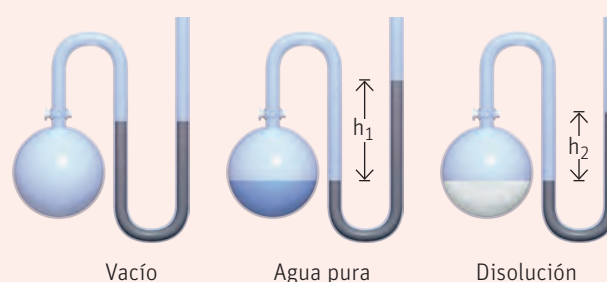
### Problema resuelto

Utilizando un manómetro se determina que a 20 °C la presión de vapor del agua es de 2,33 kPa, y eso equivale a una altura  $h_1 = 17,5$  mm en la columna de mercurio (Hg). Si se mantiene la temperatura constante mientras agregamos glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ ) al agua, de modo que la disolución resultante tenga  $X_{H_2O} = 0,800$  y  $X_{C_6H_{12}O_6} = 0,200$ , ¿cuál sería la diferencia entre las columnas de Hg?

Para resolver esta situación, primero se calcula la presión de vapor del agua sobre la disolución. Aplicando la ley de Raoult queda que:

$$P_{H_2O} = P^{\circ}_{H_2O} X_{H_2O} = 2,33 \text{ kPa} \cdot 0,800 = 1,86 \text{ kPa}$$

Si 2,33 kPa equivalen a una diferencia de 17,5 mm de Hg, entonces 1,86 kPa equivalen a  $h_2$ , por tanto,  $h_2 = 14$  mm de Hg.



Si bien la ley de Raoult es muy útil, muchas disoluciones no obedecen con exactitud a esta ley, debido a que no son disoluciones ideales. Esto ocurre cuando las fuerzas intermoleculares soluto-disolvente son más débiles que las interacciones soluto-soluto y disolvente-disolvente. Como resultado de esto, la presión de vapor del disolvente tiende a ser mayor que lo predicho por la ley. Por otro lado, en situaciones en las que las interacciones soluto-disolvente son excepcionalmente fuertes (por ejemplo: puentes de hidrógeno), la presión de vapor del disolvente es menor que lo que predice la ley de Raoult.

## Actividad

### Objetivo

Analizar y comparar el comportamiento de las disoluciones.

### Habilidades

investigar, comparar e interpretar.

### Actitudes

Uso responsable y efectivo de las TICs.

1. A un litro de agua se le agregan 500 g de fructosa, un edulcorante natural. Calcula en cuánto varía la presión de vapor de la disolución respecto al agua pura a 20 °C. Relaciona esta disminución de la presión de vapor con las interacciones soluto-disolvente. (Dato:  $P^{\circ}_{H_2O} = 0,023$  atm).
2. Construye en Excel los gráficos de temperatura vs composición de las siguientes disoluciones: agua-acetona, agua-etanol y etanol-acetona. Para ello:
  - Realiza una búsqueda bibliográfica y en internet de los datos necesarios.
  - Compara y discute en clases los resultados obtenidos.

## Efectos de la concentración de las disoluciones en sus propiedades termodinámicas

### Objetivo

Demostrar cómo aumenta la temperatura de ebullición de una disolución respecto a su solvente puro.

### Habilidades

Formular hipótesis y predecir.

### Actitudes

Curiosidad e interés por conocer y comprender fenómenos del entorno.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?**

### Me preparo para aprender

- Se colocan al fuego dos ollas idénticas: la olla A contiene 1 L de agua y la B, 1 L de una disolución saturada de agua con sal. Cuando los líquidos comienzan a ebullición se les mide la temperatura. Al comparar las mediciones se observa que la disolución hirvió a una temperatura más alta que la del agua pura. A partir de esto, responden en parejas.



Olla A



Olla B



- ¿Por qué creen que la temperatura en el segundo recipiente fue más alta?

- Si se mantiene la ebullición por media hora, ¿creen que la concentración de sal en el segundo recipiente cambie? Expliquen.

- ¿Qué diferencias existen entre predecir y formular una hipótesis? Comenten sus respuestas en clases.

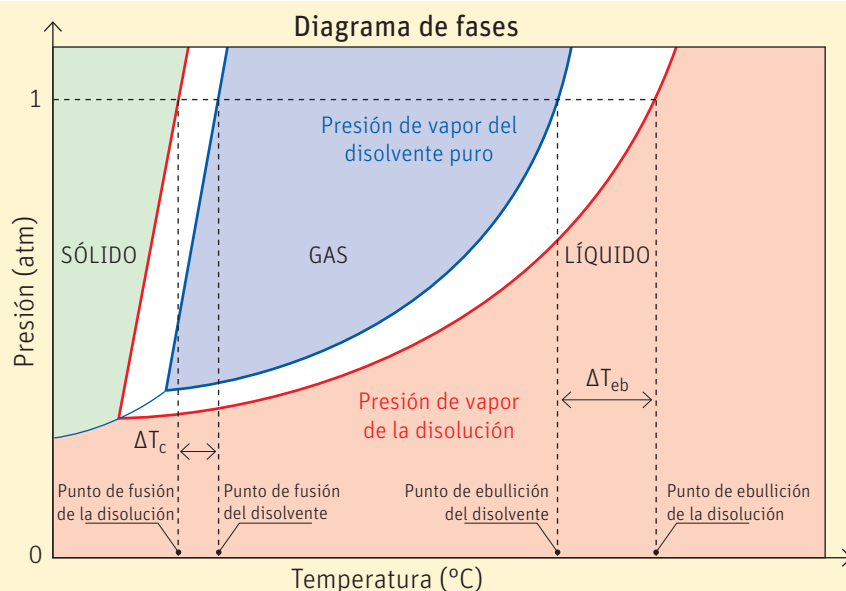
## Elevación del punto de ebullición

El punto de ebullición de una sustancia es la temperatura a la cual su presión de vapor se iguala a la presión atmosférica. En ese momento las moléculas tienen la energía suficiente como para debilitar las interacciones que las mantienen atrapadas en la fase líquida y escapar a la fase gaseosa, transformándose, de esta manera, la sustancia líquida en un gas.

Como viste anteriormente, en el caso de las disoluciones, la presencia de un soluto no volátil disminuye la presión de vapor de la disolución respecto al disolvente puro, por tanto, es de esperar que la presión de vapor tenga una estrecha relación con el punto de ebullición de una sustancia: mientras más alta es su presión de vapor, más baja es su temperatura de ebullición. Este es un hecho que puede comprobarse experimentalmente y un ejemplo se muestra en el siguiente diagrama de fases:

### Investiga

Busca información y plantea una explicación más detallada sobre la relación entre la temperatura de ebullición y la presión de vapor. Comparte y discute los resultados con tus compañeros y compañeras.



Se compara el comportamiento del agua (disolvente puro) respecto a una disolución de glucosa (la glucosa es el soluto no volátil). Las distintas fases o estados de agregación de las sustancias quedan delimitados por las líneas rojas (disolución) y azul (disolvente puro). Puedes observar que el cambio de fases depende de las condiciones de temperatura y presión. Además, la temperatura o punto de ebullición ( $T_{eb}$ ) de la disolución es mayor que la del disolvente puro en todo momento. Lo contrario ocurre con la temperatura o punto de congelación ( $T_c$ ), que siempre es menor que la del disolvente puro, para cualquier condición dada de temperatura y presión.

La diferencia que existe entre el punto de ebullición de la disolución respecto a la del disolvente puro se expresa como:

$$\Delta T_{eb} = T_{eb} - T_{eb}^{\circ}$$

donde,  $\Delta T_{eb}$  es la variación de la temperatura o punto de ebullición de la disolución ( $T_{eb}$ ) respecto al punto de ebullición del solvente puro medido a 1 atm de presión ( $T_{eb}^{\circ}$ ).

Esta diferencia,  $\Delta T_{eb}$ , es directamente proporcional a la concentración del soluto en la disolución y a la molalidad de la disolución y se demuestra en la ecuación:

$$\Delta T_{eb} = k_{eb} \cdot m$$

Donde  $k_{eb}$  es una constante de proporcionalidad que depende del disolvente y se denomina **constante molal de ascenso ebulloscópico** o simplemente **constante ebulloscópica**;  $m$  es la molalidad de la disolución.

La constante ebulloscópica se expresa en  $[\text{°C} \cdot \text{m}^{-1}]$  y su valor representa el aumento del punto de ebullición de una disolución 1 m (1 molal) de un soluto no volátil, respecto al solvente puro.

La siguiente tabla muestra las temperaturas de ebullición (a 1 atm) y las constantes ebulloscópicas de algunos disolventes comunes.

Disolvente	$T_{eb}^{\circ}[\text{°C}]$	$k_{eb}[\text{°C} \cdot \text{m}^{-1}]$
Agua ( $\text{H}_2\text{O}$ )	100,0	0,52
Etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )	76,8	1,22
Éter etílico ( $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ )	34,5	2,02
Benceno ( $\text{C}_6\text{H}_6$ )	80,1	2,53
Ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )	117,9	2,93
Fenol ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ )	181,7	3,56
Cloroformo ( $\text{CHCl}_3$ )	61,2	3,63

Fuente: Haynes, W. M. ed. (2016): *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 96th Edition (Version Internet). CRC Press/Taylor and Francis Group.

### Muy interesante...

La localidad de Parinacota, en la comuna de Putre al norte de Chile, está a una altitud de más de 4 400 metros sobre el nivel del mar (la más alta del país). Arica, también al norte de Chile, y aproximadamente en la misma latitud, se encuentra al nivel del mar. El agua en la primera hierve cerca de los 85 °C, mientras que en Arica hierve a 100 °C. Esto se debe a que la presión atmosférica disminuye a medida que nos alejamos de la superficie terrestre. Como la presión de vapor aumenta a medida que aumenta la temperatura, entonces en zonas de menor presión atmosférica se alcanza el punto de ebullición a temperaturas más bajas.

Imagina el Monte Everest con una altura de más de 8 800 metros, ubicado en Los Himalaya, en la frontera entre China y Nepal. ¡Allí el agua ebulle a 75 °C!

### Aplica y calcula

- Demuestra mediante cálculos que la adición de 500 mg de sacarosa ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) a 5 mL de agua (densidad 1 g/mL) aumenta su temperatura de ebullición en 0,15 °C. Apóyate en el Taller de estrategias de la página 81.



## Descenso del punto de congelación

El punto de congelación de una disolución es la temperatura a la cual se comienzan a formar los primeros cristales de disolvente puro en equilibrio con la disolución.

En general, esto ocurre debido a que la disminución de la temperatura hace que las moléculas presentes en el líquido pierdan energía cinética y, como consecuencia, su movimiento se hace más lento y las interacciones intermoleculares se hacen más fuertes, hasta un punto en que las moléculas quedan casi fijas en una posición y el líquido se solidifica. Es la transformación de fases opuesta a la fusión.

A finales del siglo XVIII, después de varios estudios, Richard Watson establece que la presencia de solutos disueltos en un disolvente dado, hace que el punto de congelación de la disolución resultante disminuya, respecto al disolvente puro. Este fenómeno ocurre debido a que las interacciones de las moléculas del disolvente con el soluto disuelto entorpecen el paso de moléculas del disolvente de la fase líquida a la fase sólida.

Esto se ha comprobado experimentalmente y es posible analizarlo a partir del diagrama de fases del apartado anterior, donde también está señalada una variación en las temperaturas de congelación ( $\Delta T_c$ ). Al igual que con la temperatura de ebullición, el punto de congelación es proporcional a la concentración del soluto en la disolución y a esa constante de proporcionalidad se le denomina **constante molal de descenso crioscópico** o **constante crioscópica**. Su expresión matemática es similar a la del proceso anterior:

$$\Delta T_c = k_c \cdot m$$

donde  $k_c$  es la constante crioscópica; y  $\Delta T_c$  es la variación del punto de congelación de la disolución ( $T_c$ ) respecto a la del solvente puro en condiciones normales ( $T_c^\circ$ ), o sea:

$$\Delta T_c = T_c^\circ - T_c$$

La siguiente tabla muestra las temperaturas de fusión (o congelación) de algunas sustancias y sus respectivas constantes crioscópicas.

Disolvente	$T_f^\circ [^\circ\text{C}]$	$k_c [^\circ\text{C} \cdot \text{m}^{-1}]$
Agua ( $\text{H}_2\text{O}$ )	0,0	1,86
Etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )	-114,6	1,99
Éter etílico ( $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ )	-116,2	1,79
Cloroformo ( $\text{CHCl}_3$ )	-63,5	4,90
Benceno ( $\text{C}_6\text{H}_6$ )	5,5	5,12

Fuente: Haynes, W. M. ed. (2016): *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 96th Edition (Version Internet). CRC Press/Taylor and Francis Group.

En algunos textos, las  $k_c$  las reportan con valores negativos. Esto se debe a que usan  $\Delta T_c = T_c - T_c^\circ$  (idéntico al cálculo de  $\Delta T_e$ ). En estos casos, el valor que se obtiene tendría signo negativo. De ahí el valor negativo de la constante crioscópica.

### RECUERDA

Existe diferencia entre las fases gaseosa, líquida y sólida de una sustancia, pues la fortaleza de las interacciones y la energía cinética de sus partículas, determinan el estado de agregación.

### CONECTANDO CON...

#### La biología

Para la mayoría de las sustancias, el punto de congelación y el de fusión coinciden, es decir, se puede usar indistintamente la temperatura de congelación o la de fusión ( $T_c = T_f$ ). Sin embargo, hay algunas sustancias como el agar-agar (un polisacárido de origen vegetal) en las que las temperaturas de fusión y congelación difieren en varios grados Celsius.

El agar es muy utilizado en la biología en cultivos celulares, cepas bacterianas, entre otros.



↑ Placas Petri con cultivos de bacterias en agar-agar.

### RECUERDA

La masa  $m(X)$ , el número de moles  $n(X)$  y el peso molecular  $M(X)$  de una sustancia se relacionan mediante la expresión:

$$M = \frac{m(X)}{n(X)}$$

### Aplica y calcula

- Demuestra que la adición de 10 g de sacarosa a 10 g de etanol tiene el mismo efecto sobre la disminución de la temperatura de congelación de la disolución resultante respecto al etanol puro, que la adición de 5,26 g de glucosa. Apóyate en el Taller de estrategias de la página 81.

## TALLER de estrategias

## Cómo aplicar cálculos de crioscopia y ebulloscopia

## Situación problema

En el proceso para la obtención del azúcar, uno de los pasos consiste en la obtención de un jarabe que no es más que una disolución acuosa de sacarosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) al 10% en masa. Si sabemos que este paso se realiza al vacío, ¿a qué temperatura entraría en ebullición la disolución si el proceso se realizara a presión normal?

## Paso 1 Identifica la incógnita

Se pide determinar la temperatura de ebullición de una disolución a una presión de 1 atm.

## Paso 2 Registra los datos

Disolución de sacarosa  
Concentración = 10 % en masa = 10 %m/m  
Presión de trabajo = 1 atm    Presión requerida = 1 atm

## Paso 3 Calcula

Primero supongamos una masa de disolución de 1 kg (1 000 g) y sabiendo que la disolución está al 10 %m/m, entonces en la disolución hay 100 g de sacarosa y 900 g de agua.

La masa molar de la sacarosa se puede calcular mediante el método que conoces de cursos anteriores, dando como resultado:

$$M(C_{12}H_{22}O_{11}) = 342,3 \text{ g/mol}$$

Teniendo en cuenta que:

$$\Delta T_{eb} = T_{eb} - T_{eb}^{\circ} \text{ y } \Delta T_{eb} = k_{eb} \cdot m$$

$$\text{Entonces: } T_{eb} - T_{eb}^{\circ} = k_{eb} \cdot m$$

Despejando nos quedaría que:

$$T_{eb} = k_{eb} \cdot m + T_{eb}^{\circ}$$

Sustituyendo nos queda:

$$X_A = 0,52 \frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{kg}}{\text{mol}} \cdot \frac{100 \text{ g}}{342,3 \text{ g/mol} \cdot 0,9 \text{ kg}} + 100^{\circ}\text{C} = 100,17^{\circ}\text{C}$$

## Paso 4 Responde

La disolución entraría en ebullición a 100,17 °C.

## Situación problema

En un laboratorio se desea determinar la masa molecular de un polímero. Para este fin se dispone de ciclohexanol como disolvente ( $C_6H_{12}O$ ,  $T_f = 25^{\circ}\text{C}$ ,  $k_c = 39,3$ ), y todos los equipos necesarios para llevar a cabo la determinación. Se preparó la disolución del polímero usando 1 g del polímero en 100 g del disolvente. Si la variación de la temperatura de congelación en ciclohexanol fue de 0,2 °C, ¿cuál es la masa molecular del polímero?

## Paso 1 Identifica la incógnita

Se pide determinar la masa molecular del polímero a partir de la determinación de la molalidad.

## Paso 2 Registra los datos

Disolvente: Ciclohexanol ( $C_6H_{12}O$ )  
 $T_f = 25^{\circ}\text{C}$   
 $k_c = 39,3^{\circ}\text{C} \cdot \text{kg/mol}$   
Masa de soluto = 1 g  
Masa de disolvente = 100 g = 0,1 kg  
 $\Delta T_c = 0,2^{\circ}\text{C}$

## Paso 3 Calcula

Sabemos que  $\Delta T_c = k_c \cdot m$

$$\text{y como } m = \frac{m(X)}{M(X) \cdot m_{dis}}$$

donde  $m(X)$  es la masa del soluto disuelto,  $M(X)$  es la masa molar del soluto, y  $m_{dis}$  es la masa del disolvente en kilogramos.

Despejando  $M(X)$  tendremos que:

$$M(X) = \frac{k_c \cdot m(X)}{\Delta T_c \cdot m_{dis}}$$

donde X representa al polímero.

Sustituyendo tenemos que:

$$M(X) = \frac{k_c \cdot m(X)}{\Delta T_c \cdot m_{dis}} = \frac{39,3 \frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{kg}}{\text{mol}} \cdot 1 \text{ g}}{0,2^{\circ}\text{C} \cdot 0,1 \text{ kg}} = 1965 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

## Paso 4 Responde

La masa molecular del polímero es de 1965 g/mol.

### Conocimientos:

- Cálculo de sistemas en disolución.
- Presión de vapor, ascenso ebulloscópico y descenso crioscópico y su relación con la concentración de la disolución.

### Habilidades:

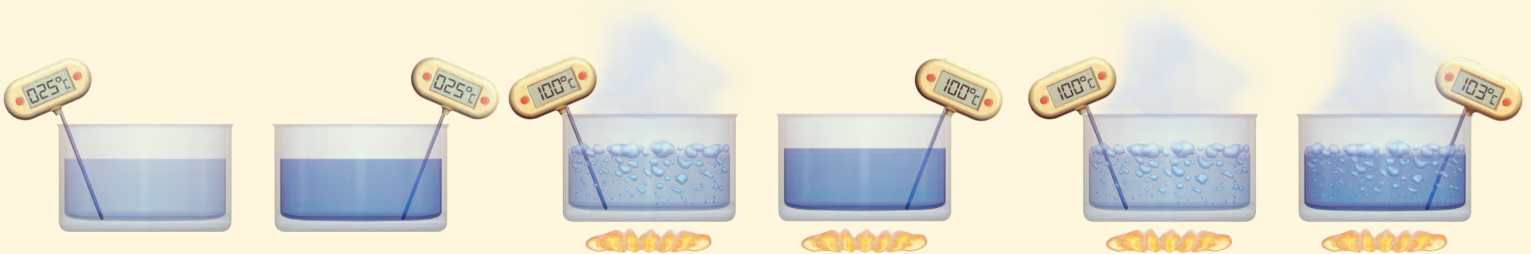
- Reconocer, aplicar, deducir, analizar, explicar y calcular.

### Actitudes:

- Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.

1. Observa las siguientes secuencias de imágenes y responde:

### Secuencia 1 (agua destilada y agua con azúcar)



### Secuencia 2 (agua y jugo de naranja)



#### Reconoce y aplica

a) Identifica en cada secuencia al soluto y al disolvente:

Secuencia 1: \_\_\_\_\_ Secuencia 2: \_\_\_\_\_

#### Analiza y deduce

b) De la primera secuencia, ¿a qué atribuyes el cambio en la temperatura de ebullición? Explica.

---



---



---

#### Analiza, deduce y explica

c) De la segunda secuencia, una vez que las botellas se retiren del congelador, ¿cuál se descongelará primero? Explica.

---



---



---

2. Debido a su alto contenido de nitrógeno, el empleo más común de la urea  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  es como fertilizante, aplicándolo sobre la tierra o los cultivos, o como materia prima para la producción de otros fertilizantes y aditivos para mejorar la calidad de los suelos. Una de las formas usuales de uso de esta sustancia es agregándola al agua que se utiliza para irrigar las siembras en una concentración de 3 g de urea por litro de agua.

**Analiza, aplica y calcula**

- a) Expresa la concentración de esta disolución como % m/m y calcula su presión de vapor a 25 °C.  $P^\circ_{\text{H}_2\text{O}} = 0,0313 \text{ atm} = 3,172 \text{ kPa}$

**Analiza, aplica y calcula**

- b) ¿Crees que podría usarse esta disolución para el riego en lugares con temperaturas que alcanzan los  $-3 \text{ °C}$ ? Justifica mediante cálculos y considera que la densidad del agua es 1 g/mL.

3. En un laboratorio se prepara una disolución en benceno al 5 % m/m de dicha sustancia y se determina que ebulle a 80,85 °C. Determina su masa molar, usando la técnica ebulloscópica.

## Cómo vas?

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítems	Habilidades	Nivel de desempeño
Identifiqué componentes de una disolución.	1 a)	Reconocer y aplicar	<input type="checkbox"/> L: 2 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> ML: 1 respuesta correcta. <input type="checkbox"/> PL: ninguna respuesta correcta.
Deduje propiedades de las disoluciones y sus relaciones, a partir de su composición.	1 b) y c)	Deducir, analizar y explicar	<input type="checkbox"/> L: 2 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> ML: 1 respuesta correcta. <input type="checkbox"/> PL: ninguna respuesta correcta.
Realicé cálculos relacionados con las propiedades coligativas.	2 a) y b) 3	Analizar, aplicar y calcular	<input type="checkbox"/> L: 4 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> ML: 1 a 3 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> PL: ninguna respuesta correcta.

L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr

## Autoevaluación

- ¿Qué conocimientos te resultaron más fáciles de trabajar?, ¿cuáles fueron más difíciles?, ¿cómo podrías reforzarlos?
- ¿Qué habilidades entre las siguientes deberías reforzar: observar, identificar o reconocer, analizar, comparar, aplicar, deducir o inferir, predecir, interpretar y argumentar o explicar?, ¿cómo podrías hacerlo?
- ¿Cuál es la diferencia entre deducir y predecir?
- ¿Cuáles de las siguientes actitudes debes mejorar: esfuerzo, rigurosidad, perseverancia, respeto en el trabajo colaborativo o curiosidad e interés por conocer o comprender fenómenos del entorno?
- De 1 a 7, evalúa tu progreso respecto de la meta que te propusiste al inicio de la unidad.

# Osmosis y presión osmótica. Ecuación de Van't Hoff

## Objetivo

Comprobar cómo fluye el agua a través de una membrana entre disoluciones a distinta concentración.

## Habilidades

Observar, argumentar e inferir.

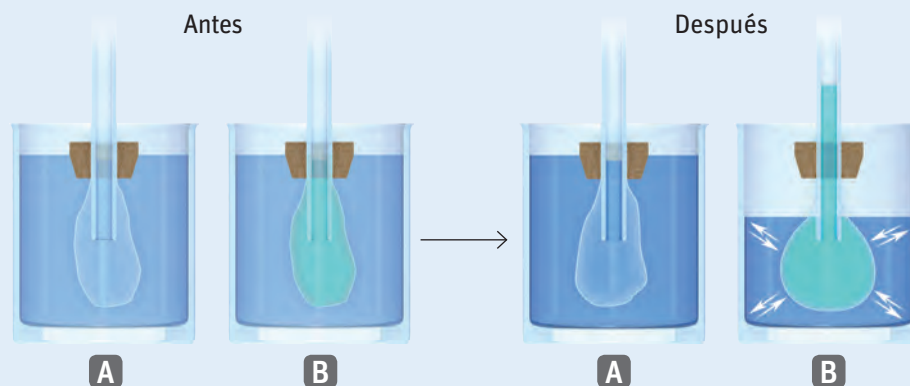
## Actitudes

Pensamiento crítico.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?**

## Me preparo para aprender

- Se tomaron dos bolsas de papel celofán y se llenaron hasta la mitad, la primera con agua destilada y la segunda con una disolución saturada de glucosa. Ambas bolsas se cerraron herméticamente y fueron sumergidas en recipientes con agua destilada. Al cabo de unas horas se revisaron las bolsas y se pudo observar que mientras la que contenía agua destilada se mantenía igual que al principio, la segunda bolsa había aumentado su volumen. A partir de esto, respondan en parejas:



- Explican por qué se produjo lo observado en el experimento.

- ¿La concentración de la disolución B será la misma que al inicio del experimento?, ¿por qué?

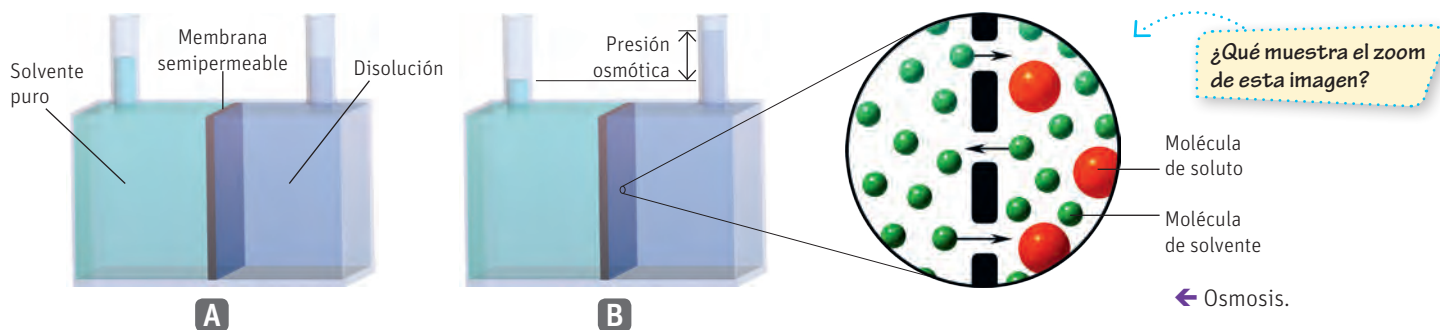
- ¿De qué manera el trabajo colaborativo potencia la habilidad de pensamiento crítico en ciencias? Den ejemplos.

Si colocamos una membrana semipermeable entre dos disoluciones con diferente concentración, está demostrado que existirá un movimiento de las moléculas del disolvente en ambas direcciones, pero el mayor flujo de las moléculas de disolvente será de la disolución más diluida (con mayor concentración de disolvente) a la disolución más concentrada (con menor concentración de disolvente).

A este proceso se le denomina **osmosis**, y consiste en el movimiento neto del disolvente hacia la disolución que tiene la concentración más alta de soluto (ver figura de página siguiente). Esto se hace posible por la diferencia de las presiones de vapor de ambas disoluciones: mayor en aquella con menor proporción del soluto no volátil, y menor en la de mayor proporción del soluto.

## NOTA

La presión de vapor determina el comportamiento de las demás propiedades coligativas. Es una expresión de la cantidad de moléculas en la fase líquida que adquieren la suficiente energía para pasar a la fase gaseosa. La presencia de solutos volátiles entorpece este proceso.



De aquí se deduce que el paso de sustancia de un lado a otro de la membrana se debe a esta diferencia de presión, la llamada presión osmótica, la cual se deriva de la ecuación de estado del gas ideal. Su expresión matemática se obtiene dividiendo ambos términos por el volumen y sustituyendo  $P$  por  $\pi$  que es la simbología utilizada para presión osmótica. Así nos queda que:

$$\pi = R \cdot C \cdot T \quad \text{o} \quad \pi = \frac{n_{\text{solute}}}{V_{\text{disolución}}} \cdot R \cdot T$$

Donde

$C$  es la concentración molar ( $n_{\text{solute}}/V_{\text{disolución}}$ ).

$R$  es la constante de la ley de los gases. Su valor es 0,082 atm L/mol K.

$T$  es la temperatura en Kelvin (K).

Esta ecuación propuesta por Van't Hoff es la expresión matemática de una ley que relaciona la presión osmótica de una disolución con la concentración del soluto disuelto.

¿Cómo podemos calcular la presión osmótica de una disolución que contiene un soluto no electrolito con una concentración de 0,30 mol/L y que se encuentra a una temperatura de 25 °C?

La situación planteada nos ofrece como datos:

$C = 0,30$  mol/L (concentración molar,  $C$ )

$R = 0,082$  atm L/mol K

$T = 25$  °C = 298,15 K

Este es un ejemplo sencillo donde los datos están ofrecidos de manera explícita, por lo que podemos usar directamente la ecuación de la presión osmótica:

$$\pi = R C T = 0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}} \cdot 0,30 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 298,15 \text{ K} = 7,33 \text{ atm}$$

Por lo tanto, la presión osmótica ( $\pi$ ) de la disolución es 7,33 atm.

### Naturaleza de la ciencia

“Algunas tecnologías usan el conocimiento científico para crear productos útiles para los seres humanos”.

Por ejemplo, a mediados del siglo XVIII, Jacobus Henricus Van't Hoff, con su ecuación de la osmosis, introdujo un gran aporte a la ciencia, ya que formalizó y propuso un modelo para el cálculo de una propiedad que es muy útil y con aplicaciones en campos diversos como la medicina, la biología, la química y la ingeniería.

La osmosis inversa, una de las principales aplicaciones de su descubrimiento, es aplicada en la actualidad en varias áreas de la vida cotidiana. Ejemplos de esto lo tenemos en dispositivos filtradores en nuestros hogares, a nivel industrial en plantas desalinizadoras, potabilizadoras y de tratamiento de aguas residuales. Incluso los astronautas usan sistemas para reciclar el agua de desecho y hacerla nuevamente apta para consumo humano mediante osmosis.

- ¿Qué utilidad pueden tener estas tecnologías para solucionar el problema de disponibilidad de agua? Comenten en clases.

## Actividad

### Objetivo

Investigar sobre la presión osmótica.

### Habilidades

Planificar, conducir y comunicar una investigación.

### Actitudes

Responsabilidad y respeto en el trabajo colaborativo.

1. Organizados en grupos, escojan una disolución electrolítica y otra no electrolítica. Diseñen y desarrollen un experimento en el cual se pueda comprobar el efecto que tiene la concentración y el tipo de soluto (electrolítico y no electrolítico) sobre la presión osmótica. Presenten un informe que incluya pregunta y objetivos de investigación, hipótesis, diseño experimental, ejecución, resultados, análisis, conclusiones y discusión. Apóyense en el Anexo de habilidades de investigación (páginas 227 a 231).
2. ¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudaron a realizar esta actividad?

## Propiedades coligativas en disoluciones electrolíticas

### Objetivo

Determinar otros factores, además de la concentración del soluto, que pueden influir en la presión osmótica.

### Habilidades

Observar, analizar, formular hipótesis y argumentar.

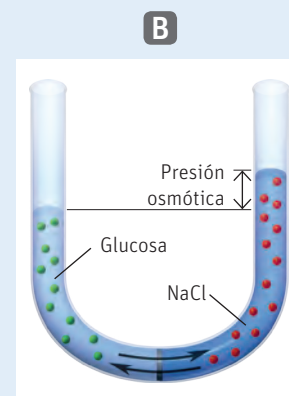
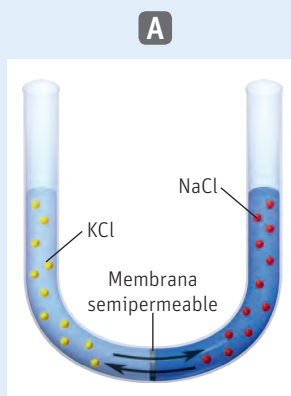
### Actitudes

Curiosidad e interés por conocer y comprender fenómenos del entorno.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?**

### Me preparo para aprender

- Se prepararon dos tubos en U con disoluciones 1 mol/L separadas por una membrana semipermeable. En el tubo A se puso una disolución de NaCl y otra de KCl y en el tubo B se colocó una disolución de glucosa y otra de cloruro de sodio. En el tubo A no ocurre nada y en ambos brazos del tubo las soluciones permanecen en el mismo nivel. En el segundo tubo se observa un aumento del volumen en el brazo del tubo correspondiente a la disolución de NaCl. Respondan en parejas:



- Analicen las semejanzas y diferencias existentes entre los solutos utilizados y propongan una explicación a lo ocurrido.

- Si las disoluciones tienen la misma concentración, ¿por qué creen que en el tubo B el gradiente de transporte a través de la membrana va de la disolución de glucosa a la de NaCl?

- ¿Se podrían revertir estos procesos? ¿Cómo?

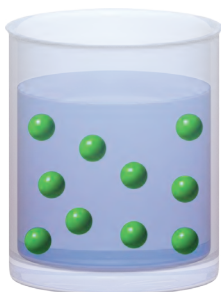
Hasta el momento hemos visto lo que ocurre con las propiedades de las disoluciones con la adición de compuestos diversos. Sin embargo, ya en la lección anterior vimos que los solutos pueden clasificarse como electrolíticos y no electrolíticos de acuerdo a su capacidad de formar disoluciones acuosas conductoras de la corriente eléctrica. Este hecho tiene que ver con la capacidad de estas sustancias de disociarse en sus iones, pero al hacerlo, no solo se afecta la conductividad de la disolución, sino también sus propiedades coligativas.

Supongamos, por ejemplo, que tenemos 0,1 mol de glucosa, una sustancia que no se disocia. Al disolverla en 1 L de agua, tendremos una disolución de 0,1 mol/L de moléculas de glucosa. Sin embargo, si en lugar de glucosa tomamos cloruro de sodio (NaCl), un electrolito fuerte, este compuesto al disolverse se disocia en sus iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$ , o sea, por cada mol de NaCl disuelto se formarán 2 moles de iones. Esto quiere decir que una disolución de 0,1 mol de NaCl tendrá una concentración de 0,2 mol/L de iones.



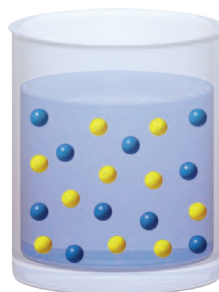
0,1 mol de glucosa disuelto en un litro de agua

**Situación A**



0,1 mol de NaCl sin disociar en un litro de agua

**Situación B**



0,2 mol de iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$

**Situación C**

Para una situación similar a la anterior se determinó que la variación real de la temperatura de congelación para la disolución de NaCl era de 0,348 °C.

Adicionalmente se decidió, utilizando la ecuación de Van't Hoff, realizar los cálculos de esta variación para el caso del NaCl sin disociar (0,1 mol/L de NaCl) —situación B— y disociada (0,2 mol/L de iones)— situación C.

Asumiendo que no hay disociación, la variación calculada es de 0,186 °C, sin embargo, al considerar que el NaCl se disoció completamente (0,2 mol/L), el valor resultante fue de 0,372 °C, mucho más cercano al valor experimental.

Valor para NaCl sin disociar -0,186 °C,	<	Valor experimental -0,348 °C	≈	Valor para NaCl disociado -0,372 °C
--	---	---------------------------------	---	--

La diferencia entre ambos valores se debe a las atracciones electrostáticas entre los iones en solución, puesto que a medida que los iones se mueven en la solución, aquellos con cargas opuestas chocan y se unen por breves momentos. Mientras están unidos de esta manera se comportan como una sola partícula llamada par iónico y de ahí la diferencia experimental respecto al calculado.

Este es un fenómeno que se observa en todas las propiedades coligativas de soluciones de electrolitos. Es decir, para una solución de electrolito.

Presión de vapor	>	
Punto de congelación	>	
Punto de ebullición	<	
Presión osmótica	>	

Valor calculado                      Valor experimental

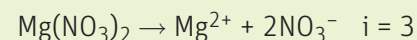
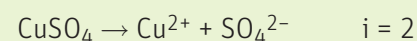


A partir de esto y como una medida del grado de disociación de los electrolitos, surge el **factor de Van't Hoff**. Este factor expresa la relación existente entre el valor real y el calculado de una propiedad coligativa (considerando que la sustancia es un no electrolito, es decir, que su grado de disociación es 0).

Su expresión matemática es:

$$i = \frac{\text{Propiedad experimental}}{\text{Propiedad calculada}}$$

Pero esto presupone la determinación experimental. Ahora, cuando no se dispone del valor experimental, se puede estimar un  $i$  ideal cuyo valor puede inferirse de la fórmula química del compuesto.



No obstante,  $i$  puede estimarse con mayor precisión si se conoce el grado de disociación de un soluto según la expresión:

$$i = 1 + a(n - 1)$$

Donde  $a$  es el grado de disociación y  $n$  el número máximo de iones que pueden obtenerse a partir de la información en la fórmula química.

Con este factor de corrección, las ecuaciones vistas anteriormente para el cálculo de las propiedades coligativas quedan de la siguiente manera:

$$\Delta T_c = i \cdot k_c \cdot m$$

$$\Delta T_{eb} = i \cdot k_{eb} \cdot m$$

$$\pi = i \cdot R \cdot c \cdot T$$

## Actividad

### Objetivo

Determinar osmolaridad y calcular presión osmótica en soluciones utilizadas en medicina.

### Habilidades

Analizar, aplicar, calcular y comparar.

### Actitudes

Curiosidad e interés por conocer y comprender fenómenos del entorno.

- La osmolaridad expresa la concentración de una disolución en función del número total de partículas por litro. Por ejemplo, una disolución de cloruro de sodio de molaridad 1 mol/L y factor de Van't Hoff  $i = 2$ , tendrá una osmolaridad de 2 Osm/L. Teniendo esto en cuenta:
  - Determina la osmolaridad y calcula la presión osmótica de sueros glucosados al 10 %, 20 % y 40 %.
  - Compara estos valores con los que se obtendrán si se preparan tres sueros glucosados a partir de los sueros anteriores, agregando un 1 % de sal a cada uno.
- ¿Qué pasos aplicaste al realizar los cálculos? Comparte tu estrategia con tus compañeros y compañeras.
- ¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos te ayudaron a realizar las actividades?

## INDAGACIÓN Científica Transversal

Retomemos nuestra investigación inicial. De acuerdo a lo que han aprendido hasta el momento, respondan las siguientes preguntas:

- ¿Consideran que el problema planteado para la investigación se relaciona con las propiedades coligativas? ¿De qué forma?
- ¿Creen que en su investigación es importante tener en cuenta la presencia de una disolución electrolítica o no electrolítica? ¿Por qué?
- Vuelvan a evaluar las metas y estrategias de su investigación planteadas en la página 15 de la unidad y modifiquen lo que sea necesario.
- Evalúen la factibilidad de llevar a cabo una investigación experimental o no experimental para responder a la pregunta inicial.

## Aplicaciones prácticas

### Objetivo

Explicar usos prácticos de las propiedades coligativas.

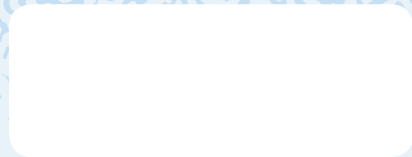
### Habilidades

Analizar, aplicar y argumentar.

### Actitudes

Pensamiento crítico.

### ¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?



## Me preparo para aprender

1. A partir de sus conocimientos sobre propiedades coligativas y osmosis, discutan en grupos la posible explicación de los siguientes fenómenos:
  - a. En el pasado, para evitar la descomposición de los alimentos, se colocaban en almíbar, una disolución muy concentrada de glucosa. En el caso de la carne, se solía cubrir de sal. En ambos ejemplos el alimento se deshidratava, evitando la proliferación de bacterias.
  - b. Antes de cocinar lentejas debemos remojarlas en agua. Así se ablandan.
  - c. Si deseas extraer el jugo de una fruta sin cortarla, puedes espolvorearla con azúcar.
  - d. En las zonas muy frías, se suele echar líquido anticongelante en los radiadores de los autos.
2. ¿Cómo aplicaron el pensamiento crítico en esta actividad?, ¿por qué es tan importante esta habilidad en ciencias?

## Determinación de masas molares

Ya sabes de cursos anteriores que es posible determinar las masas moleculares conociendo los átomos que forman la molécula, la cantidad en que se encuentran en la misma y las masas atómicas de cada uno de ellos. No obstante, los polímeros son moléculas de gran tamaño cuya masa molecular no puede ser calculada por los métodos que vimos anteriormente, pues se forman producto de la repetición de una unidad (molécula), y el número de repeticiones se desconoce; es por eso que cuando tenemos un polímero, es necesario encontrar otros métodos experimentales para determinar su masa molecular.

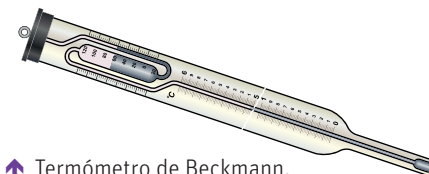
La crioscopia es una técnica relativamente sencilla y rápida para la determinación de las masas moleculares. Se basa en la propiedad coligativa del descenso crioscópico, o sea, de la disminución de la temperatura de congelación de una disolución producto de la presencia de un soluto no volátil disuelto. Para esto se usa un solvente de propiedades conocidas y una masa también conocida de la sustancia problema. La medición de la temperatura de congelación de la disolución resultante permite determinar con bastante exactitud la masa molar de la sustancia. Habitualmente, para disminuir el error experimental y ganar en precisión, suelen utilizarse varios disolventes y preparar disoluciones de la sustancia problema a distintas concentraciones. Esta técnica en la actualidad se aplica fundamentalmente en el área de investigación en aceites y derivados del petróleo, y en investigaciones sobre materiales poliméricos.

Estas mediciones requieren de una determinación exacta y meticulosa de las diferencias de temperatura de las soluciones respecto a los solventes puros. En el siglo XIX, Ernst Otto Beckmann (1853-1923) inventó el termómetro diferencial que ahora lleva su nombre (termómetro de Beckmann), un instrumento de alta precisión para la época. Este equipo se convirtió en estándar en laboratorios químicos, aunque en la actualidad se ha sustituido por instrumentos electrónicos.

### Científicas del siglo XXI

**L**igia Gargallo, científica chilena graduada de la Universidad de Concepción, recibió en el año 2014 el Premio Nacional de Ciencias Naturales por su trabajo pionero en el desarrollo de la química de polímeros y macromoléculas, por la notable cantidad de publicaciones —del orden de 300— y por la cantidad de citas que han generado estos trabajos.

Fuente: Emol.com - <http://www.emol.com/noticias/tecnologia/2014/08/22/676481/premio-nacional-de-ciencias-naturales-es-otorgado-a-lilia-gargallo.html>



↑ Termómetro de Beckmann.



Termómetros digitales de alta resolución. →

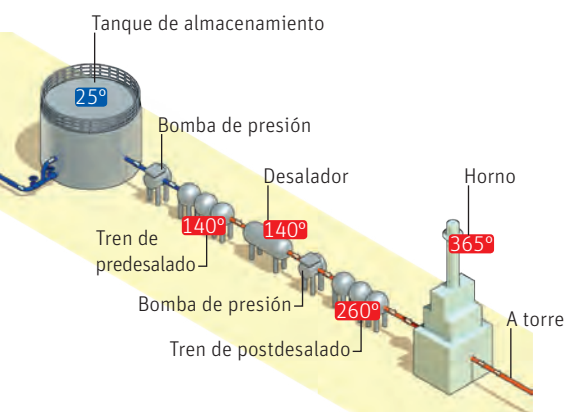
## Destilación fraccionada

La destilación fraccionada es un proceso muy utilizado en la industria y también en el laboratorio químico. Se basa en el principio de que sustancias con diferentes presiones de vapor ebulen a distintas temperaturas. Es muy útil para separar mezclas de sustancias con temperaturas de ebullición próximas. La base teórica de este proceso consiste en que, al calentar una mezcla, se pueden obtener vapores con una mayor proporción del componente más volátil respecto a la mezcla que le dio lugar. Este vapor asciende a la parte superior de la columna donde se condensa, formándose así una solución con mayor concentración del componente más volátil (o sea, el de menor temperatura de ebullición). Debido a que la temperatura sigue aumentando en la columna, este condensado ebulle nuevamente, formándose un vapor aún más enriquecido en el componente más volátil, que vuelve a ascender en la columna y así hasta llegar a la parte superior donde el vapor “purificado” condensa sobre un colector, mientras el componente menos volátil va depositándose en la base de la columna. Este proceso equivale a varias destilaciones simples.

Este tipo de proceso se aplica, por ejemplo, en las destilerías para la fabricación de bebidas alcohólicas y en las refinerías de petróleo, para la separación de los hidrocarburos que conforman el petróleo crudo.

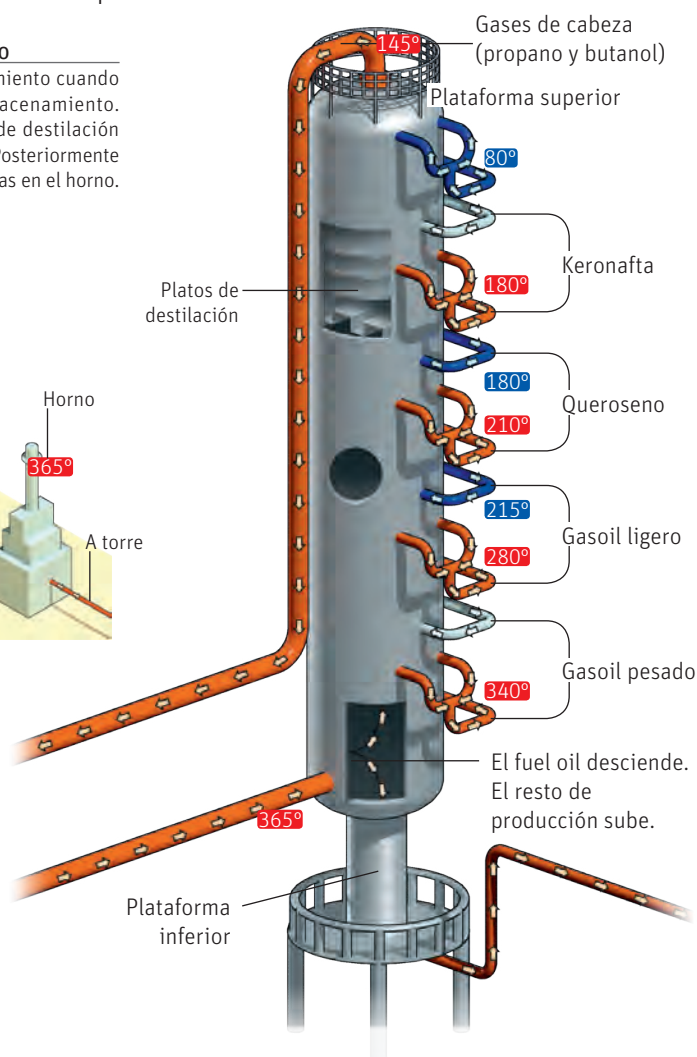
### 1 Pretratamiento del crudo

El crudo recibe un pretratamiento cuando sale de los tanques de almacenamiento. Antes de entrar en la torre de destilación el fluido debe ser desalado. Posteriormente se somete a altas temperaturas en el horno.



### 2 Entrada del crudo

El crudo se introduce a través de la línea de entrada. Los productos que tienen mayor temperatura de destilación “caen” hacia el fondo de la torre. Los componentes más ligeros, que suponen entre un 60 y un 70 %, se evaporan y ascienden por el interior de la torre de destilación.



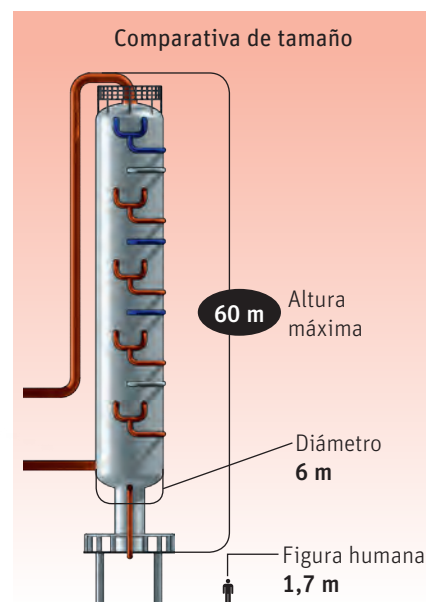
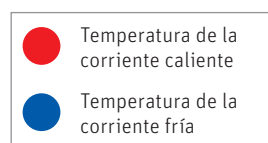
### CONECTANDO CON...

#### Las TICs

Ingresa el código 18TQ2M090A a la página web de tu libro, para ver un video donde se explica brevemente el proceso de destilación fraccionada. Luego, utilizando la infografía y usando los conocimientos adquiridos en la lección, explícalo con tus propias palabras.

### 3 Extracción de los productos

Los vapores que se han elevado hacia la parte superior de la torre se filtran a través de los platos de destilación y los líquidos se recogen en las cubetas de extracción.



## El suero fisiológico

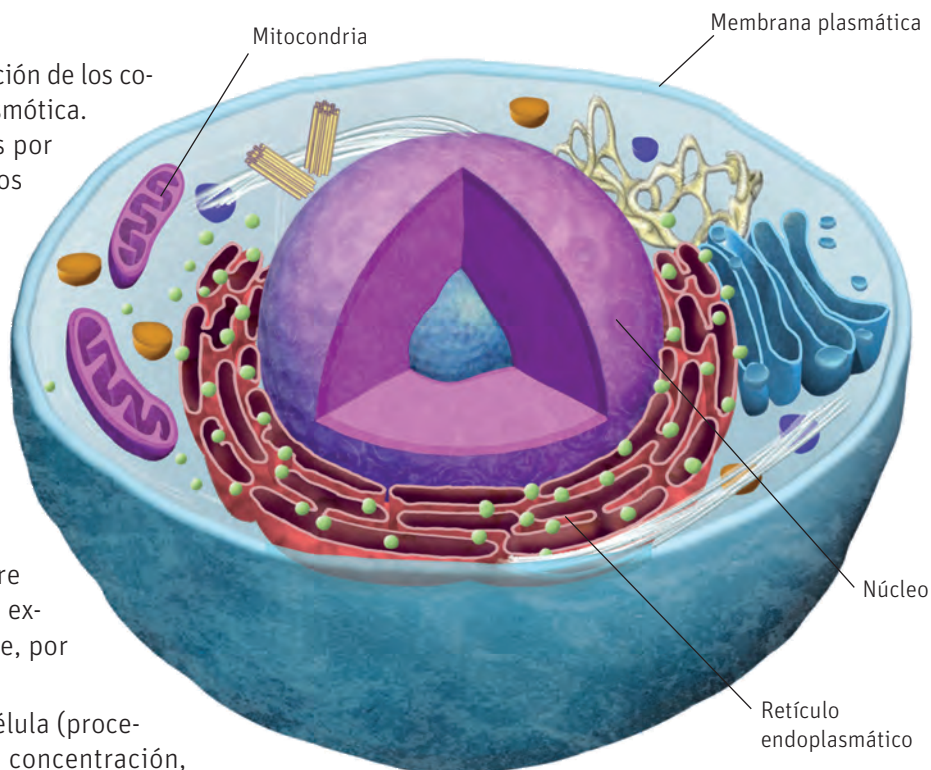
El suero fisiológico es otro ejemplo de aplicación de los conocimientos sobre la osmosis y la presión osmótica.

Todos los organismos vivos están formados por células, y estas a su vez por varios organelos que son los que llevan a cabo los diversos procesos que hacen que la misma funcione. Uno de ellos es la membrana plasmática.

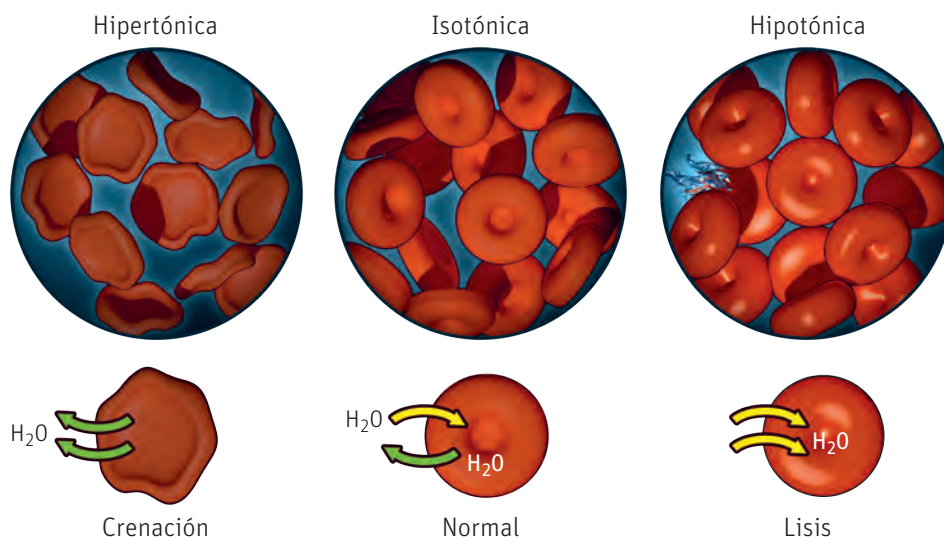
Esta membrana es una barrera física que delimita el interior del exterior de la célula y es permeable a algunas sustancias, permitiendo su transporte hacia y desde el interior celular. La osmosis es un mecanismo fundamental de transporte pasivo a través de la membrana. Mediante este proceso, dependiendo de la diferencia entre la concentración de sustancias en el medio extracelular y el intracelular, una célula puede, por ejemplo, incorporar o expulsar agua.

Un medio muy concentrado deshidrata la célula (proceso de crenación) y un medio con muy baja concentración, hace que la célula absorba agua hasta que se puede producir la ruptura de la membrana (lisis celular).

Cuando el organismo ha perdido mucha agua, sangre o fluidos, para restablecer el balance hídrico, de nutrientes y minerales, se suele utilizar una solución llamada suero fisiológico. Estas soluciones se preparan a una concentración 0.90 % m/V de NaCl, y son isotónicas. A veces incluyen también glucosa en cuyo caso se les llama suero glucosalino. Pueden ser usadas ligeramente hipertónicas (entre un 3 % y un 7 %), por ejemplo, como mucolíticos.



↑ Célula animal.



↑ Las disoluciones hipertónicas tienen concentraciones superiores a las del interior de la célula, por lo cual la deshidratan; las isotónicas tienen igual concentración que el interior de la célula; y las hipotónicas tienen una concentración más baja que la del interior de la célula, por lo cual la célula las absorbe hasta que se produce la ruptura de la membrana.

## Purificación de aguas

Las membranas semipermeables para la purificación y potabilización de aguas, desalinizadoras y tratamiento de aguas residuales están en la actualidad muy extendidas en diversas esferas de la vida cotidiana, tanto en nuestro hogar como a nivel industrial.

El principio de funcionamiento de estas membranas es a través del proceso de osmosis inversa. Se presurizan los sistemas de manera que las disoluciones acuosas de mayor concentración pierdan agua en contra del gradiente de concentración, haciendo así que el agua pura fluya a través de la membrana desde la disolución más concentrada en lugar de hacerlo hacia ella, como ocurriría en la presión osmótica.

Los dispositivos de osmosis inversa para el filtrado de aguas en los hogares, por ejemplo, constan de varios filtros de distintos materiales que van reduciendo el tamaño de sus poros para ir eliminando impurezas hasta llegar a la membrana en la cual ocurre la osmosis.

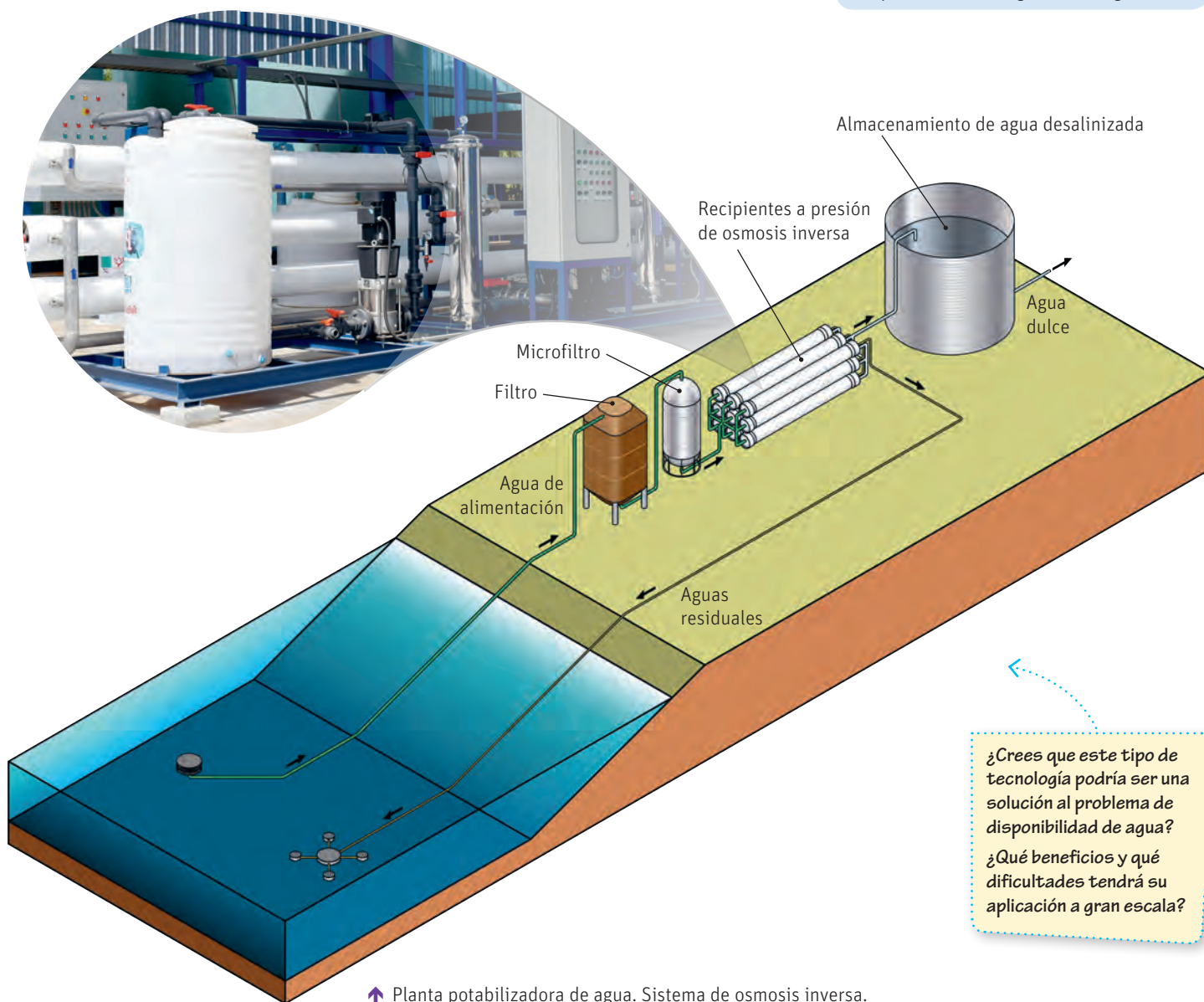
### CONECTANDO CON...

#### Las TICs

Ingresa el código 18TQ2M092A en la página web de tu texto. Allí encontrarás un video que explica el proceso de osmosis inversa.



↑ Dispositivo de osmosis inversa para purificación de agua en el hogar.



↑ Planta potabilizadora de agua. Sistema de osmosis inversa.

¿Crees que este tipo de tecnología podría ser una solución al problema de disponibilidad de agua?  
 ¿Qué beneficios y qué dificultades tendrá su aplicación a gran escala?

## Conservación de alimentos

El fenómeno de la presión osmótica está también presente en técnicas empleadas para la conservación de mermelada y alimentos. La práctica de salar la carne (salazón), muy usada desde la antigüedad, es una manifestación de esta propiedad. Una gran cantidad de sal al exterior de las células causan su deshidratación, produciendo un ambiente no apto para las bacterias y otros microorganismos que causan la descomposición.

De la misma forma, la adición de azúcar o disoluciones azucaradas en muy altas concentraciones es esencial para la preservación de algunos alimentos, debido a que al igual que con la sal, las disoluciones formadas son hipertónicas. En el caso de jaleas y mermeladas de frutas, este efecto bactericida se refuerza con la acidez natural de las frutas, que también inhibe el crecimiento bacteriano.



↑ La práctica de la salazón sigue siendo usada en países como España, Portugal e Italia, donde se suele salar el bacalao.

## Uso de anticongelantes

En países con climas fríos, las bajas temperaturas producen problemas en muchas tareas de la vida cotidiana. En estos lugares, se les agrega un anticongelante, disolución de etilenglicol, al agua de los radiadores de los autos, lo que hace que la temperatura de congelación del agua disminuya por lo que se hace más difícil que se congele. Curiosamente, en lugares desérticos como, por ejemplo, Atacama, se utiliza el mismo etilenglicol para disminuir la tasa de evaporación de agua en el radiador.



Uso de anticongelantes para el radiador de los autos. →

## Actividad

### Objetivo

Comprobar la utilidad de las propiedades coligativas en la conservación de los alimentos.

### Habilidades

Investigar, formular preguntas de investigación e hipótesis, registrar y analizar evidencias, comunicar, evaluar y planificar.

### Actitudes

Curiosidad e interés por conocer y comprender fenómenos del entorno. Creatividad. Responsabilidad y respeto en el trabajo colaborativo.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?**

- Formen grupos de cinco personas y realicen la siguiente actividad experimental. Preparen una disolución saturada de cloruro de sodio, otra de azúcar y consigan un tarro de miel. Tomen cuatro recipientes pequeños y en cada uno de ellos coloquen pequeños trozos de carne de tamaño y masa similares. Numérenlos con los números 1 a 4. Cubran el trozo 1 con la disolución salina, el 2 con la disolución azucarada y el 3 con la miel. Dejen los cuatro recipientes cubiertos con papel celofán y fotografíen o dibujen sus observaciones cada dos horas aproximadamente durante 3 días. Al cabo de ese tiempo saquen la carne de las disoluciones y comparen los 4 trozos. Redacten un informe que contemple los siguientes puntos, apoyándose del contenido de las páginas 227 a 231:
  - Problema y pregunta de investigación.
  - Hipótesis posible de desprender a partir del procedimiento.
  - Registro de evidencias (acompañenlo de las fotografías o dibujos).
  - Análisis de evidencias.
  - Conclusiones y discusión en la que se explique la causa del fenómeno observado.
  - Evaluación.
- Comenten la experiencia a partir de las siguientes preguntas:
  - ¿Todos los integrantes del grupo observaron lo mismo?
  - ¿De qué otra forma se podría demostrar la misma hipótesis? Propongan dos diseños experimentales diferentes.
  - ¿A qué acuerdos llegaron para registrar las evidencias de forma óptima?, ¿usaron TICs?

## Demostrando algunas propiedades coligativas

### Materiales

- 3 vasos de precipitado
- Probeta
- Balanza
- Reloj o cronómetro
- Termómetro (de -20 °C a 150 °C)
- 3 bolsas de papel celofán
- Una fuente grande de ensaladas

### Reactivos

- 1 L de agua destilada (agua para radiadores)
- 50 g de sacarosa (azúcar)
- 50 g de cloruro de sodio (sal común)
- Hielo picado
- Sal gruesa

Las propiedades coligativas son propiedades de las soluciones que dependen de la cantidad de soluto presente en la disolución y no de la naturaleza del mismo.

Con los experimentos que te proponemos en esta investigación tendrás la oportunidad de demostrar experimentalmente las propiedades coligativas e intuir las aplicaciones que tienen en nuestra vida cotidiana.

**Formen grupos de trabajo y realicen la siguiente indagación científica:**

### Materiales



### Procedimiento

1. Enumeren los vasos de precipitado.
2. Preparen las disoluciones con la cantidad de reactivo que se indican en la tabla:

Vaso	Agua	Reactivo
1	120 mL	—
2	100 mL	20 g de azúcar
3	100 mL	20 g de NaCl

### Experimento 1

3. Coloquen en la fuente los tres vasos de precipitado con sus respectivas disoluciones.
4. Depositen en el fondo del bol una capa de hielo picado, seguida de una capa de sal gruesa, y así sucesivamente hasta una altura aproximada de 10 cm, de modo que los vasos queden cubiertos aproximadamente hasta la altura de las disoluciones.
5. Introduzcan un termómetro en cada vaso y agiten continuamente su contenido, midiendo y anotando la temperatura a intervalos de 3 minutos hasta la formación de los primeros cristales de hielo y estabilización de la temperatura a un valor constante.

Vaso	0 min	3 min	6 min	9 min	12 min	15 min	18 min	21 min	24 min
1									
2									
3									

## Experimento 2

6. En una bolsa de papel celofán, viertan el contenido del vaso 2 de manera que se llene hasta la mitad aproximadamente.
7. Saquen el aire remanente, cierren la bolsa y másenla.
8. Sumerjan la bolsa en el vaso 1.
9. Al cabo de 1 hora retiren la bolsa, séquenla y másenla nuevamente.
10. Registren sus datos.

### Análisis de evidencias, conclusiones y comunicación de resultados

- a. Confeccionen un gráfico para cada experimento de modo que puedan presentar y luego analizar la información recopilada durante el trabajo experimental.

- b. ¿Hubo diferencias en la temperatura de los vasos 2 y 3? ¿Cómo lo pueden justificar?

- c. ¿Hubo variación en la masa de la bolsa? ¿Qué proceso evidencia el experimento? Si tuvieran que hacer el proceso inverso, ¿qué harían? Expliquen.

- d. Redacten un informe con sus resultados, análisis y conclusiones y expónganlo frente al curso.

### Medidas de seguridad

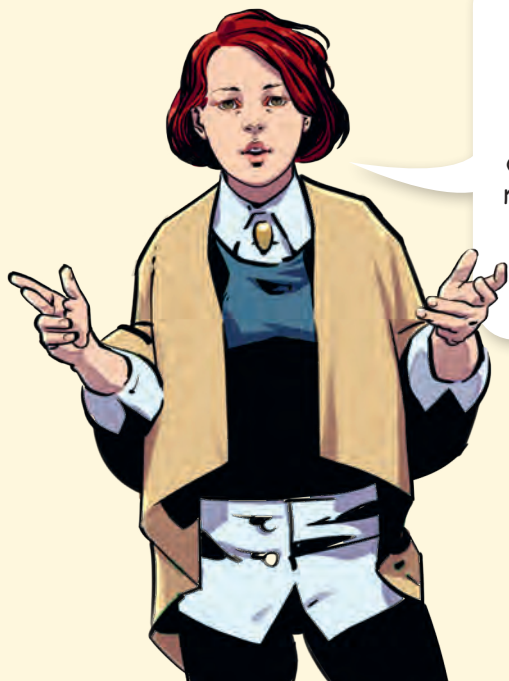
- Cada estudiante deberá presentarse al laboratorio provisto de: delantal (completamente abotonado y con puños ajustados) y anteojos de seguridad.
- Todos los estudiantes deberán usar zapatos cerrados y los que tengan el pelo largo deberán mantenerlo atado detrás de la nuca durante la estancia en el laboratorio. En el laboratorio no está permitido comer ni beber.
- Los pasillos del laboratorio deben permanecer despejados, por lo que no se debe dejar ningún objeto en el suelo que pueda obstruir el paso.
- Todos los estudiantes deberán usar guantes para la realización de los procedimientos experimentales.
- Trabajen en forma calmada; la prisa puede provocar que accidentalmente se quiebren materiales y produzcan heridas.
- Antes de usar la balanza, lee las recomendaciones de uso que se detallan en la página 232.

### Coevaluación

Marquen las actividades que sí realizaron:

- Primero reunimos los materiales y reactivos.
- Luego, leímos el procedimiento para comprenderlo.
- Llevamos a cabo el procedimiento, respetando las normas de seguridad.
- Ajustamos el procedimiento, según necesidades.
- Registramos las observaciones adecuadamente.
- Confeccionamos los gráficos, utilizando Excel.
- Utilizamos los instrumentos correctamente.
- Analizamos las evidencias, utilizando los gráficos y llegamos a conclusiones.
- Redactamos el informe, incluyendo resultados, análisis y conclusiones.
- Nos organizamos y distribuimos las tareas, considerando las habilidades de cada uno.
- Trabajamos de manera responsable.





El problema del congelamiento de las calles y aceras afecta a varias ciudades de Chile como Temuco, Coyhaique y Punta Arenas. Lean la noticia de lo que sucedió, por ejemplo, en Punta Arenas hace algunos años. Para solucionar este problema, la Química puede ofrecer distintas alternativas de solución, las cuales debieran ser analizadas a partir de criterios como costo, facilidad de implementación y también impacto en el medioambiente. Los invitamos ahora a desarrollar el trabajo de indagación en el que han venido reflexionando a lo largo de toda la unidad.

Reúnanse en sus grupos de trabajo y procedamos con esta importante actividad.

## Informe de diseño experimental

Antes de realizar la investigación, elaboren un informe para presentar a su profesor o profesora, de modo que puedan discutir con él o ella los detalles de la investigación. El informe debe contener:

1. Pregunta de investigación, identificando las variables consideradas (ver página 227 en el Anexo de Habilidades de investigación).
2. Comentario respecto de las metas, estrategias y dificultades planteadas en la página 12 y cómo ellas fueron cambiando a lo largo del proceso.
3. Conocimientos, habilidades y actitudes aprendidas a lo largo de la unidad que necesitarán para llevar a cabo la investigación, fundamentando en cada caso por qué son necesarias.
4. Formulación de hipótesis, objetivos y metodología (ver páginas 227 a 229).
5. Planificación de tres diseños experimentales diferentes, considerando etapas del procedimiento, definición de materiales, asignación de tareas y tiempos (ver páginas 229 y 230).

Determinen un día y hora en el cual se puedan reunir con su profesor o profesora para comentar el informe, seleccionar el diseño experimental que llevarán a cabo, ajustar aquellos aspectos que lo requieran y dar inicio a la investigación, definiendo fechas y la forma en que se procederá para ejecutarla. Luego, desarrollen la investigación, considerando los anexos finales del libro (páginas 227 a 237).

Entre los criterios para seleccionar los diseños experimentales consideren que la solución para el problema planteado debe ser la que tenga el menor impacto ambiental.



### Escarcha en Punta Arenas deja 15 personas lesionadas por caídas

24 de julio 2014

Una mujer resultó con un Tec cerrado y se encuentra grave en el Hospital Clínico de la ciudad austral, donde además el aeropuerto se encuentra cerrado.

La intensas nevazones no son el único problema que afecta a la ciudad de Punta Arenas, en la Región de Magallanes.

Ahora, es la escarcha la que coloca en jaque a la ciudad donde la temperatura mínima llega a los  $-1^{\circ}\text{C}$ , pero la sensación térmica es de  $-14^{\circ}\text{C}$ .

Este fenómeno obligó a cerrar la pista del aeropuerto General Carlos Ibáñez del Campo, con lo que diez vuelos no han podido aterrizar o despegar desde Punta Arenas.

En la noche del miércoles, un avión proveniente de Puerto Montt intentó hacerlo, aunque la maniobra no resultó efecto. La visibilidad en el terminal aéreo, en tanto, era de 200 metros.

A esto se suma que 15 personas han resultado lesionadas a raíz de caídas en el pavimento, según se informó desde el Hospital Clínico de la ciudad.

Dentro de este grupo se encuentra una mujer que presenta un Tec cerrado, lesión que la mantiene grave luego que fuera intervenida.

24horas.cl

## Comunicación de resultados

Preparen un informe de investigación para enviar a las municipalidades responsables de zonas de Chile donde se produce el problema del congelamiento de las calles. Para ello, consideren los siguientes puntos:

1. Descripción del problema y relevancia para la comunidad.
2. Pregunta de investigación.
3. Posibles planes de acción para resolver el problema y breve evaluación de cada uno de ellos, considerando, entre otros temas, el impacto ambiental.
4. Descripción de la metodología escogida, explicando cuál es el objetivo y la hipótesis asociada.
5. Marco teórico que justifica la hipótesis.
6. Descripción del procedimiento experimental realizado, considerando materiales, etapas, cronograma, registro de evidencias y otras observaciones.
7. Exposición de resultados cuantitativos y cualitativos, utilizando TICs (ver páginas 230 y 231).
8. Análisis e interpretación de resultados: identificación de variables, destacando su importancia; establecimiento de relaciones entre los resultados y el objetivo, la hipótesis y el marco teórico (ver página 231).
9. Evaluación del diseño experimental realizado (ver página 231).
10. Conclusión final, explicando la forma en que la investigación realizada se podría aplicar tecnológicamente en la comunidad.

## Evaluación del trabajo realizado

Co-evalúen su trabajo, considerando los siguientes aspectos:

Indicadores	PL	ML	L	Comentarios
A lo largo del proceso fuimos ajustando las metas y estrategias definidas inicialmente.				
Logramos escoger una metodología factible de implementar por la municipalidad y sustentada en la teoría y en la investigación experimental.				
Construimos un marco teórico, basándonos en los conocimientos adquiridos.				
Describimos el proceso experimental considerando materiales y etapas.				
Expusimos los resultados cuantitativos y cualitativos usando TICs, procedimientos matemáticos y estadísticos.				
Analizamos e interpretamos la evidencia, relacionándola con el objetivo, la hipótesis y el marco teórico, y comparando con datos de otras investigaciones.				
Utilizamos instrumentos, herramientas y materiales en forma correcta y respetando las medidas de seguridad.				
Comunicamos el proceso de indagación a la municipalidad por medio de un informe claro, ordenado y bien presentado.				
PL = Por lograr; ML = Medianamente logrado; L = Logrado				

### Conocimientos:

• Aplicación de los conceptos de presión de vapor, ascenso ebulloscópico, descenso crioscópico, osmosis y su relación con la concentración de la disolución.

### Habilidades:

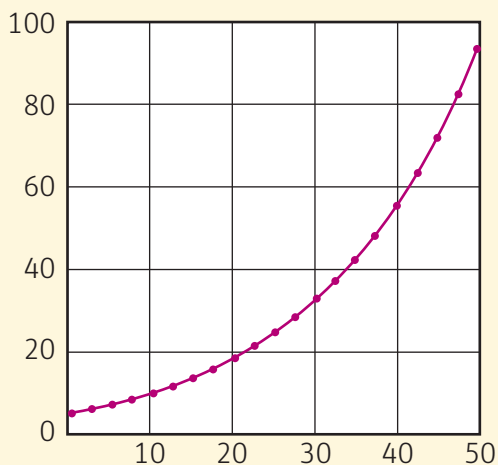
Reconocer, analizar, aplicar y calcular.

### Actitudes:

• Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.

#### Analiza, aplica y calcula

1. El siguiente gráfico de Presión vs. Temperatura describe el comportamiento de una disolución de una sustancia:



- Complétalo, asignando la magnitud adecuada en cada eje, usando como unidades °C y kPa.
- Si a 20 °C la presión de vapor del solvente puro es de 30 kPa, determina el porcentaje m/m de la disolución representada en la gráfica.

#### Analiza, aplica y calcula

2. En un laboratorio de investigación se rompe el instrumento que se usa en la determinación del peso molecular de las sustancias. Para resolver esta situación y determinar la masa molar de un hidrocarburo desconocido, se decide usar el método ebulloscópico, preparando una disolución de 15 g de dicho hidrocarburo en 380 g de acetona. Luego se mide un aumento de 0,55 °C en la temperatura de ebullición. Sabiendo que la constante ebulloscópica ( $k_{eb}$ ) de la acetona es de 1,71 °C kg/mol, determina la masa molar del hidrocarburo.

#### Analiza, aplica y calcula

3. Se preparan 1 000 g de una disolución acuosa de urea ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ ), y se determina que ebulle a 100,80 °C.
- Calcula la masa de urea contenida en la disolución.
  - Calcula la molalidad de la disolución.
  - Expresa la concentración de esta disolución en términos de porcentaje m/m.

**Analiza, aplica, calcula y compara**

4. Calcula la presión osmótica a 17 °C de una disolución acuosa que contiene 3,5 g de sacarosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) disueltos en 300 mL de disolución. Compara el resultado con el de una disolución preparada con cloruro de sodio (NaCl), sustituyendo la sacarosa, pero manteniendo las mismas cantidades.

**Analiza, aplica, calcula y explica**

5. Un tubo en U tiene iguales cantidades de una disolución acuosa de manosa 0,9 % m/V a 25 °C en uno de sus extremos y agua destilada en el otro, separadas por una membrana semipermeable. Si el sistema está a 25 °C, calcula la presión mínima que hay que ejercer sobre uno de los extremos para impedir el proceso de osmosis. ¿Sobre cuál de los extremos habría que aplicarla?

**Analiza, aplica y calcula**

6. Una disolución acuosa al 15 % en masa de un alcohol saturado monovalente tiene una densidad de 0,973 g/mL a 25 °C y comienza a congelar a -1,26 °C.
- a) Determina el peso molecular del alcohol.
- b) Calcula la presión osmótica de esta disolución a 25 °C.

**Cómo terminas?**

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítems	Habilidades	Nivel de desempeño
Realicé el análisis de un gráfico de presión de vapor.	1	Analizar, aplicar y calcular	<input type="checkbox"/> L: ítem correcto. <input type="checkbox"/> ML: ítem parcialmente correcto. <input type="checkbox"/> PL: ítem incorrecto.
Realicé cálculos relacionados con propiedades coligativas.	2, 3, 4, 5 y 6	Analizar, aplicar, calcular, comparar y explicar	<input type="checkbox"/> L: 5 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 1 a 4 ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr			

**Autoevaluación**

- Explica con tus palabras en qué consiste y cómo aplicaste las siguientes habilidades en esta lección: formular preguntas de investigación, formular hipótesis y predicciones, planificar una investigación, registrar y analizar evidencias, comunicar y evaluar resultados, usar TICs. ¿Hay alguna de ellas que debas reforzar?, ¿cómo?
- ¿Qué es y para qué te sirve la habilidad de pensamiento crítico?
- ¿Lograste la meta que te propusiste en la página 15?, ¿han sido efectivas las estrategias que definiste al principio de la unidad?, ¿debes realizar cambios en tus estrategias?, ¿cuáles?

# ¿Puede la desalinización ser la solución para la crisis mundial del agua?

“Abrir una canilla y llenar un vaso con agua potable es un sueño lejano para muchos. Cerca de 700 millones de personas en el mundo no tienen acceso a agua potable. Y 1800 millones de personas vivirán en condiciones de escasez grave de agua para 2025, según Naciones Unidas.

¿Podría gran parte de la solución estar en los océanos, que contienen el 97 % del agua del planeta? [...]

Hay cerca de 18 000 plantas desaladoras o desalinizadoras en el mundo, según la Asociación Internacional de Desalinización, IDA, por sus siglas en inglés.

Sin embargo, esas plantas satisfacen solo entre el 1 y 3 % de la necesidad de agua potable a nivel mundial, según confirmó a BBC Mundo Miguel Ángel Sanz, director de desarrollo estratégico de la compañía francesa Suez Treatment Infrastructure y uno de los directores de IDA.

¿Qué ha impedido la extensión más rápida de esta tecnología y por qué una de las regiones donde se espera un mayor crecimiento en el futuro es América Latina?



### Desde Aristóteles

El gran factor limitante de la desalinización es que requiere grandes cantidades de energía. Y ello explica en parte por qué algunas de las mayores plantas se encuentran en países ricos en recursos energéticos como Arabia Saudita. [...]

### ¿Membranas del futuro?

La clave está en las membranas, según Aldo Saavedra Fenoglio [profesor del departamento de ingeniería química de la Universidad de Santiago, en Chile, e investigador del Laboratorio de Procesos de Separación por Membranas, LabProSeM].

«Son el resultado tecnológico de más de 50 años de investigaciones en polímeros».

Investigadores del MIT en EE.UU. experimentaron con membranas de grafeno, que requerirían menos presión y por tanto menos energía. Otros investigadores han probado membranas de nanotubos de carbono, pero ambas innovaciones no se han trasladado del laboratorio a la producción industrial.

«Tales investigaciones preliminares prometen obtener un proceso de desalación a costos menores que la ósmosis inversa, en la cual cerca del 50 % del costo de operación corresponde al bombeo a alta presión para lograr vencer la presión osmótica del agua de alimentación», señaló Saavedra. [...]

### Costo “tres veces menor”

Los costos energéticos (y por tanto económicos) de desalar agua de mar se han reducido de un modo significativo en los últimos 30 años, lo que ha provocado su expansión en todas las zonas costeras del mundo con problemas de suministro, de acuerdo al profesor Sánchez Lizaso.

Sanz señala que la energía necesaria «se ha reducido por tres en los últimos 30 años y la tecnología es mucho más asequible». [...]

## Antofagasta

Chile es el país de América Latina con mayor capacidad de desalinización, una tecnología ligada a la expansión de la minería que necesita agua en el desierto del norte del país.

«En Chile se ha incrementado notablemente la producción y uso de agua desalinizada en los últimos 20 años. En la actualidad la mayoría del agua desalinizada se produce mediante osmosis inversa», explicó a BBC Mundo el profesor Aldo Saavedra.

A modo general, en Chile diariamente se purifican cerca de 300 000 metros cúbicos de agua, a partir de agua de mar y se estima que en los próximos cinco años esta cifra podría superar el millón de metros cúbicos diarios.

«La desalinización de agua de mar se está desarrollando en Chile como casi la única alternativa para suministrar agua a las regiones del norte de Chile, cuya tasa de pluviosidad en algunas localidades incluso no supera los 5 mm al año».

«En la ciudad de Antofagasta existe la desalinizadora Aguas Antofagasta, que dispone de dos plantas en grado de producir unos 120 000 metros cúbicos de agua destinada al consumo humano para la ciudad de Antofagasta. Tales volúmenes de agua purificada permiten satisfacer toda la demanda de agua de característica potable para la ciudad».

«Y algunas empresas mineras están proyectando y construyendo plantas desalinizadoras que producirán agua purificada a razón de varios cientos de miles de metros cúbicos diariamente».

## Apuesta para América Latina

«No entiendo cómo Latinoamérica no va a aprovechar la desalación como una oportunidad para su desarrollo», señaló a BBC Mundo Miguel Sanz.

«Casi toda la costa atlántico pacífica de América empieza a notar los efectos del cambio climático, la disminución de recursos hídricos y de los fenómenos del Niño y la Niña».

«En el norte de Chile, una zona bastante desértica, no podría funcionar la minería de cobre, que es una de las principales fuentes de recursos del país, si no tienen agua. ¿De dónde va a salir?... Del mar».

Sanz agrega que «Perú tiene un problema parecido y Colombia también empieza a tener problemas en la industria».

En Brasil, la ciudad de Sao Paulo estuvo en el límite de no poder abastecer a su población e incluso en todo el golfo de Texas y de México se están empezando a hacer plantas desaladoras.

Latinoamérica debe aprovechar la desalación como una oportunidad para su desarrollo, señaló Sanz. [...]

«Yo creo que en América Latina, la desalación va a ser su motor de desarrollo humano».

Alejandra Martins, BBC Mundo,

22 de marzo de 2017.

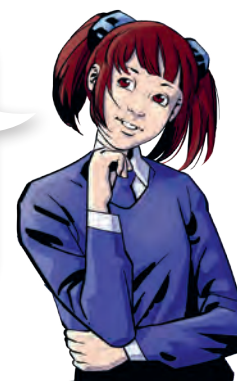
### Reflexiona

- ¿Cuál es el problema de la osmosis inversa, según el texto?
- ¿Por qué las tecnologías de desalinización del agua son tan importantes para nuestro país?
- ¿Por qué crees que en el texto se afirma que la desalinización va a ser un motor de desarrollo humano en América Latina?
- ¿Qué habilidades y actitudes se desprenden del texto que deben tener los científicos cuando intentan solucionar problemas de la vida real?
- Otro de los problemas que se le atribuyen a la osmosis inversa es el impacto ambiental, ya que además de agua pura se obtiene salmuera, la cual se vuelve a verter al mar para que se disuelva y mezcle con el agua marina. Este proceso se debe hacer con rapidez, para disminuir el impacto sobre las especies. También grupos ambientalistas plantean que cuando el agua se extrae del océano arrastra peces y otros organismos hacia las máquinas. A partir de esto, ¿cómo se debieran conciliar el derecho al acceso al agua y la protección ambiental? Debatan sobre este tema.



¿Sabías que las disoluciones son mezclas homogéneas?

Las disoluciones son mezclas homogéneas compuestas por soluto y disolvente, y pueden ser líquidas, sólidas o gaseosas.



¿Sabías que al añadir a un disolvente un soluto no volátil, la disolución resultante tiene características diferentes a las del disolvente puro?

Las propiedades que dependen de la concentración de soluto presente en la disolución y no de la naturaleza del mismo se conocen como propiedades coligativas.

## ¿Qué aprendiste en la unidad?

En esta primera unidad estudiaste diversos contenidos relacionados con las disoluciones. A continuación, te mostramos cuáles fueron esos contenidos y podrás volver a ellos para reforzar antes de la evaluación final.

Aprendiste qué son las disoluciones químicas, por qué están formadas, sus estados físicos y te sorprendiste al conocer cómo ocurre el proceso de disolución.	Páginas 20 a 30
Conociste el término solubilidad y los factores que la afectan.	Páginas 30 a 37
Aprendiste a calcular la concentración de soluto en una disolución.	Páginas 38 a 53
Conociste los diferentes tipos de reacciones que ocurren en disolución y los cálculos estequiométricos asociados a ellas.	Páginas 56 a 65
Conociste las propiedades coligativas y las aplicaciones de estas a la vida cotidiana y a la industria.	Páginas 72 a 95

También aprendiste diferentes habilidades. Escoge las cinco que te parezcan más importantes y completa la tabla. Comenten en clases cómo y cuándo aplicaron estas habilidades.

Habilidad	¿En qué consiste?	¿Por qué es importante?

Por último, asociadas a los conocimientos y habilidades, aprendiste actitudes que debemos adoptar cuando estudiamos ciencias. Escoge las cinco que te parezcan más importantes y completa la tabla. Comenten en clases cómo y cuándo aplicaron estas actitudes.

Actitud	¿En qué consiste?	¿Por qué es importante?

### ¿Cómo podrías sintetizar lo aprendido en la unidad?

Construye un esquema o mapa conceptual que te permita resumir los contenidos de la unidad. Bázate en las ideas y conceptos claves, sin olvidar la interrelación que existe entre los temas tratados en ambas lecciones. Luego comparen sus esquemas con el de las páginas siguientes.

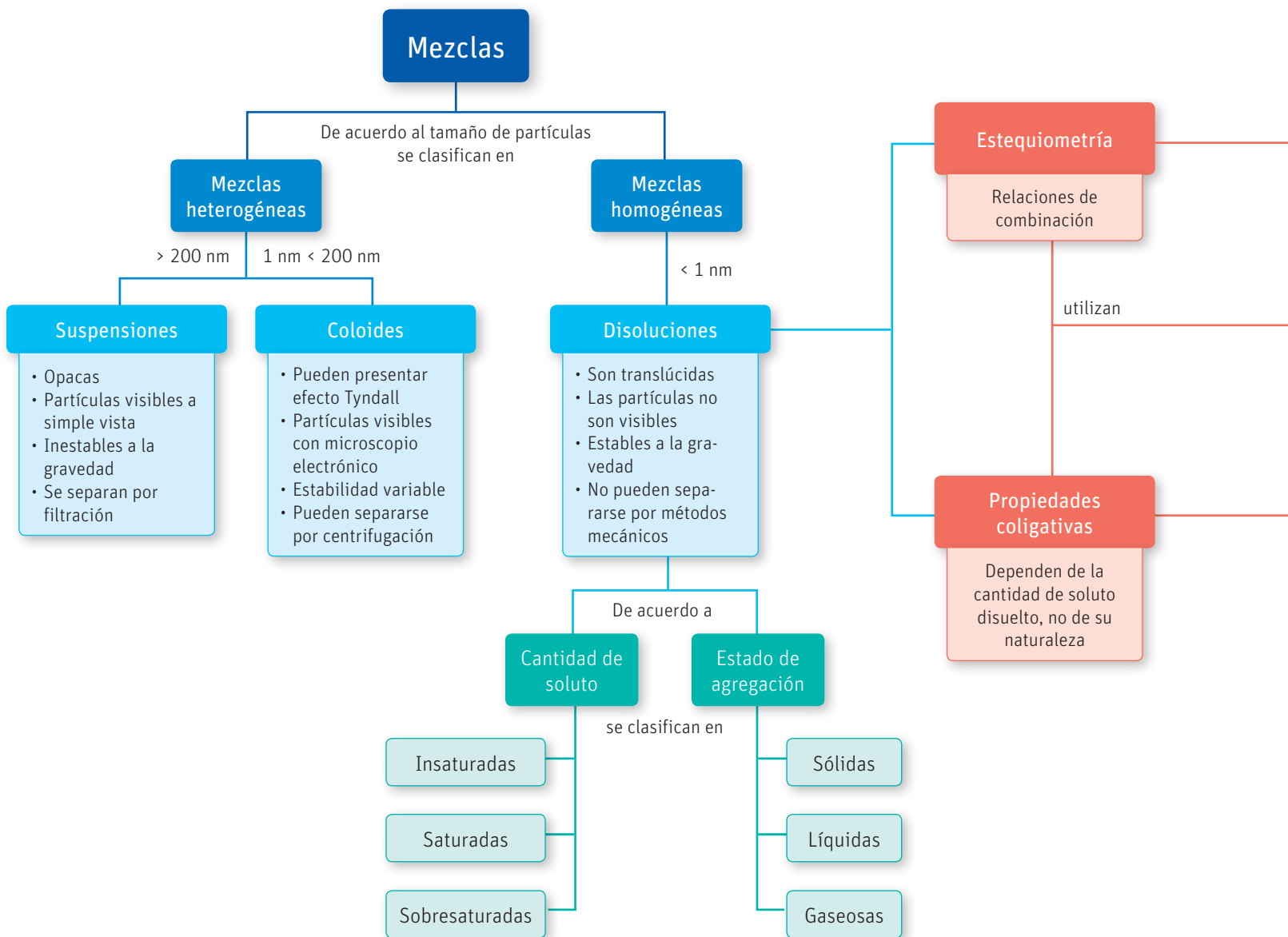


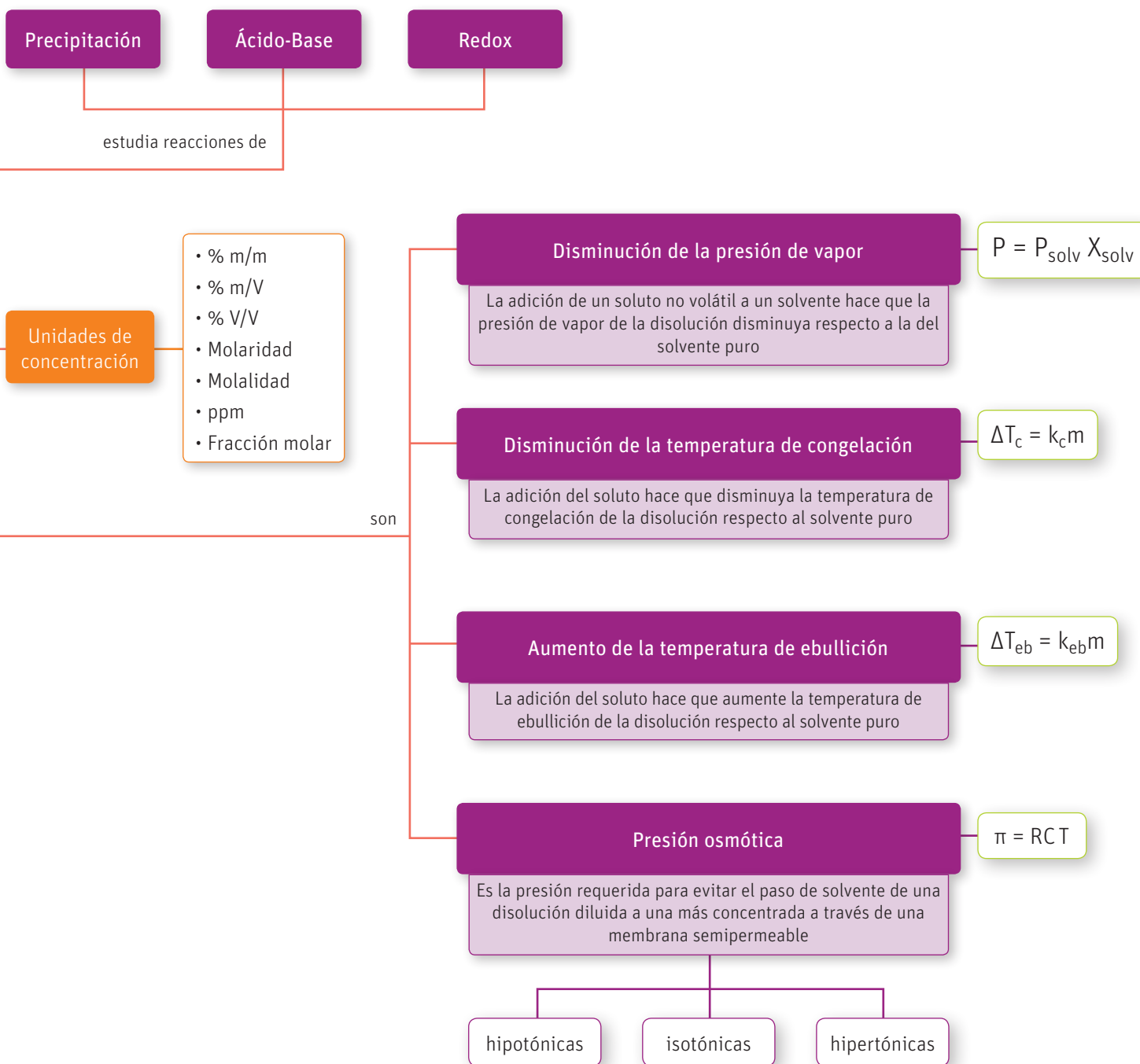


## Mapa conceptual

Analicen y comenten en clases el siguiente mapa conceptual que sintetiza los conocimientos de la unidad:

- A partir de él y de las líneas de tiempo de las páginas 18-19 y 70-71, escriban un resumen de la unidad.
- ¿Qué diferencias y similitudes existen entre este mapa conceptual y el que construyeron en la actividad anterior?
- ¿Le agregarían algo más? ¿Qué y porqué?





## CONSOLIDA tus aprendizajes

### Conocimientos:

- Clasificación de las disoluciones.
- Solubilidad.
- Concentración de disoluciones.
- Tipos de reacciones en disolución.
- Propiedades coligativas y sus aplicaciones.

### Habilidades:

Clasificar, analizar, aplicar, calcular, explicar, predecir y crear.

### Actitudes:

- Curiosidad e interés por conocer y comprender los fenómenos del entorno.
- Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.
- Pensamiento crítico.
- Reconocimiento del entorno natural y sus recursos.

1. El Mar Muerto está ubicado entre las fronteras de Jordania, Israel y Cisjordania, a más de 400 metros por debajo del nivel del mar y se encuentra sobre una depresión, producto de una falla conocida como Valle del Jordán. El Mar Muerto es una gran atracción turística de la región que debe su nombre a la alta concentración de sal que impide la existencia de vida acuática. Además, esta concentración favorece que los objetos floten más fácilmente que en cualquier otro mar del mundo. La concentración de cloruro de sodio en este mar es del orden de 20 % en masa y su densidad es de 1,240 g/mL.



### Clasifica

- a. ¿Qué tipo de mezcla constituye el agua del Mar Muerto? Explica.

### Analiza, aplica, clasifica y calcula

- b. Si la solubilidad del cloruro de sodio en agua es 35,9 g por 100 mL de agua, ¿las aguas del Mar Muerto serán insaturadas, saturadas o sobresaturadas? Respaldar tu clasificación con los cálculos necesarios.

### Analiza, aplica y calcula

- c. ¿Cuál es el porcentaje de masa en volumen (% m/V) de cloruro de sodio en el Mar Muerto y cuál es su concentración molar?

### Analiza, aplica y calcula

- d. Luego de ser analizada una muestra de una disolución de cloruro de sodio se determina que tiene una concentración de 24 g/L. Si quisiéramos igualar la concentración de la disolución a la del Mar Muerto, ¿cuántos gramos de cloruro de sodio deberíamos añadir a una muestra de 20 mL de la disolución?

### Aplica, analiza y calcula

2. El vinagre que usamos en nuestros hogares es una disolución de ácido acético con un 4 % de acidez; este valor representa la concentración en términos del % m/V. Responde:
  - a. Si sabes que la fórmula molecular del ácido acético es  $C_2H_4O_2$  y su masa molar es 60,02 g/mol, ¿qué masa de ácido acético habrá en una botella de 250 mL de vinagre? ¿Qué molaridad tiene el vinagre?
  - b. Si tomamos una muestra de 10 mL del vinagre y le añadimos 1 g de bicarbonato de sodio ( $NaHCO_3$ ) ocurre una reacción química en la que se desprende un gas que provoca una efervescencia de la mezcla. ¿Qué tipo de reacción ocurre? Explica.

3. En una excursión a la Reserva Nacional de Magallanes, cerca de la ciudad de Punta Arenas en el extremo sur de Chile, unos amigos necesitan preparar una disolución anticongelante para el radiador de su auto, puesto que el servicio meteorológico anunció temperaturas de hasta  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  para la región. A su disposición tienen 10 litros de agua para radiadores y 1 litro de anticongelante para autos (etilenglicol).

**Analiza, aplica y calcula**

- a. Calcula el volumen mínimo de anticongelante que necesitan los amigos para preparar una disolución que soporte temperaturas de  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sabiendo que la densidad del anticongelante es de  $1,11\text{ kg/L}$  y su peso molecular es de  $62,07\text{ g/mol}$ .

**Analiza y aplica**

- b. Estos amigos disponen también de sal común, ¿crees que podrían haberla utilizado para lograr el mismo objetivo? Fundamenta tu respuesta.

4. Los sistemas de purificación de agua por osmosis inversa se han extendido bastante en años recientes y ya forman parte de la vida cotidiana en muchos hogares. Estos consisten en un sistema presurizado que consta de varios filtros y una membrana semipermeable que es la que realiza el paso de purificación más importante. En toda la parte centro-norte de Chile el agua es extremadamente dura, clasificación otorgada a la calidad del agua por la OMS cuando su concentración de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) sobrepasa los  $180\text{ ppm}$ . Teniendo en cuenta lo anterior, responde:

**Aplica y calcula**

- a. ¿Cuál es la mínima presión a la que debe operar el sistema para que funcione la osmosis inversa a una temperatura de  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ? ( $R = 8,31\text{ Pa L/mol K}$ )

**Analiza, predice y explica**

- b. ¿Qué efecto tendría la temperatura sobre la eficiencia de este equipo? Explica tus predicciones.

5. Con la idea de preparar pastas, se coloca sobre el fuego una olla con  $2\text{ L}$  de agua, a la que se le deben agregar  $20\text{ g}$  de cloruro de sodio.

**Analiza y aplica**

- a. Si queremos ahorrar tiempo y conociendo la teoría de las propiedades coligativas, ¿se debería añadir la sal antes o después de que el agua ebulle? Explica tu razonamiento.

**Analiza, aplica y calcula**

- b. ¿A qué temperatura ebullición la disolución preparada para cocinar las pastas?  
Considera  $K_{\text{eb agua}} = 0,52\text{ }^{\circ}\text{C kg/mol}$

**Aplica, analiza y crea**

- c. Menciona y explica tres aplicaciones de las propiedades coligativas en la vida cotidiana. Modela una disolución de tu propia inspiración que pueda ser aplicada a cada una de las propiedades.

6. El ácido clorhídrico, también conocido como ácido muriático es una disolución de un gas llamado cloruro de hidrógeno y es muy utilizado para realizar lo que se conoce como «grabado con ácido», procedimiento que se aplica para preparar la superficie del concreto con el fin de que acepte de manera adecuada un sellador. Además, es muy utilizado en bajas concentraciones para eliminar depósitos minerales blancos (eflorescencia) sobre algunas superficies como suelos de piedra.

En la casa de Joaquín quieren preparar una disolución de ácido clorhídrico para limpiar el piso de piedras del estacionamiento que recién el padre acaba de colocar. Para ello compraron una botella de ácido clorhídrico con una etiqueta como la que se muestra.

**Identificar y aplicar**

- a. ¿Qué tipo de disolución es el ácido clorhídrico? (ten en cuenta todos los criterios estudiados para la clasificación de las disoluciones)

**Analizar, aplicar y calcular**

- b. Calcula la molaridad de la disolución de ácido clorhídrico que contiene la botella.

**Analizar, aplicar y calcular**

- c. Si para realizar la limpieza de la piedra se requiere de una disolución de una concentración de 0,2 M, ¿qué cantidad de HCl de la botella, necesitaríamos para preparar 5 L de la disolución?

**Analizar y aplicar**

- d. Por un accidente se derrama ácido clorhídrico de la botella en un lugar peligroso, ¿qué compuesto químico podrías utilizar para que al reaccionar con el ácido derramado se formen productos inocuos que no representen un peligro para las personas?

**Predecir**

- e. ¿Qué tipo de reacción química ocurrirá entre el compuesto que elegiste y el ácido clorhídrico?

**Analizar, aplicar y desarrollar y usar modelos**

- f. Escribe la ecuación química que representa la reacción que ocurre y ajústala.

**Analizar, aplicar y calcular**

- g. Si el compuesto que elegiste para evitar el daño del ácido clorhídrico durante el derrame, lo tuvieras que usar en disolución, ¿qué concentración debería tener tu disolución si se derramaron 3 L de ácido?



**INFORMACIÓN**  
**Aguafuerte**  
**COMPOSICIÓN:**  
 Ácido clorhídrico en solución al 20% mm (15° Bé) densidad = 1,1 g/mL  
**MODO DE EMPLEO:**  
 a) USO DILUIDO: diluir en agua un chorrito de Aguafuerte y fregar como habitualmente. Aclarar abundantemente. Se recomienda utilizar guantes.  
 b) USO DIRECTO: verter un chorrito de aguafuerte directamente sobre al superficie a limpiar y aclarar abundantemente con agua. Se recomienda utilizar guantes.  
**No aplicar sobre metales en general.**  
**PRECAUCIONES:**  
 NO INGERIR  
 No mezclar con otros productos, pueden desprenderse gases peligrosos.  
 Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.  
 Manténgase fuera del alcance de los niños.

**Ácido muriático**  
**COMPOSICIÓN:**  
 Ácido clorhídrico en solución al 20% mm (15° Bé) densidad = 1,1 g/mL  
**MODO DE EMPLEO:**  
 a) USO DILUIDO: diluir en agua un chorrito de ácido muriático y fregar como habitualmente. Aclarar abundantemente. Se recomienda utilizar guantes.  
 b) USO DIRECTO: verter un chorrito de ácido muriático directamente sobre al superficie a limpiar y aclarar abundantemente con agua. Se recomienda utilizar guantes.  
**No aplicar sobre metales en general.**  
**PRECAUCIONES:**  
 NO INGERIR  
 No mezclar con otros productos, pueden desprenderse gases peligrosos.  
 Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.  
 Manténgase fuera del alcance de los niños.

## Mi nivel de desempeño final

1. Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítems	Habilidades	Nivel de desempeño
Clasifiqué las disoluciones atendiendo a varios criterios.	1 a) y b) 6 a)	Identificar, analizar, aplicar, clasificar y calcular	<input type="checkbox"/> L: 3 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> ML: 1 o 2 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> PL: ninguna respuesta correcta.
Determiné la cantidad de soluto en una disolución en diferentes unidades de concentración.	1 b), c) y d) 2 a) 6 b), c) y g)	Analizar, aplicar y calcular	<input type="checkbox"/> L: 7 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> ML: 2 a 6 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> PL: ninguna respuesta correcta.
Identifiqué reacciones que ocurren en disolución.	2 b) 6 d) y e)	Analizar y aplicar	<input type="checkbox"/> L: 3 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> ML: 1 o 2 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> PL: ninguna respuesta correcta.
Calculé las propiedades coligativas y reconocí sus aplicaciones prácticas.	3 a) y b) 4 a) y b) 5 a), b) y c)	Analizar, aplicar, calcular, predecir, explicar y crear	<input type="checkbox"/> L: 7 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> ML: 4 a 6 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> PL: 1 a 3 respuestas correctas.

L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr

2. Evalúen habilidades y actitudes. Completen la tabla marcando un ✓ en el casillero que corresponda. Luego, pídanle a un compañero con el que hayan trabajado que los coevalúe. Compáren y a partir de ello definan la meta de la próxima unidad.

		Autoevaluación			Coevaluación		
		L	ML	PL	L	ML	PL
Habilidades generales	Observar, identificar y clasificar						
	Analizar, comparar, aplicar y calcular						
	Deducir, predecir e interpretar						
	Explicar y argumentar						
Habilidades de investigación	Observar e identificar problemas						
	Formular preguntas e hipótesis						
	Planificar objetivos, metodologías y procedimientos						
	Procesar y analizar evidencias						
	Comunicar y evaluar resultados						
Actitudes	Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad						
	Responsabilidad y respeto en el trabajo grupal						
	Curiosidad e interés						
	Pensamiento crítico						


## Autoevaluación

Vuelve a la página 15 y comenta con tus compañeros y compañeras:

- ¿Lograste las metas de aprendizaje personales que definiste? Explica.
- ¿Fueron eficaces las estrategias de estudio que definiste al inicio? ¿Por qué?
- ¿Tuviste las dificultades predichas al inicio? ¿Las estrategias de solución que planificaste fueron adecuadas o debiste buscar otras?
- Si en el futuro trabajaras en una industria o empresa generadora de residuos contaminantes, ¿qué harías para convencer a tus jefes de solucionar el problema?
- A partir de estos resultados, ¿cuáles son tus desafíos para la próxima unidad?
- Respecto de la indagación científica transversal, comenta qué aprendiste sobre:
  - a) la forma en que se lleva a cabo una investigación.
  - b) la relación entre ciencia y protección del medio ambiente.
  - c) la relación entre ciencia, tecnología y sociedad.

# 2

# QUÍMICA ORGÁNICA



¡Qué fuerte está el Sol!

Sí, está muy fuerte y hace mucho calor.

Creo que deberíamos ponernos bloqueador solar.





### Propósito de la unidad

Comprender el importante papel que desempeña el carbono en nuestro planeta y las peculiaridades que le permiten formar una multitud de compuestos diferentes. Conocer los compuestos orgánicos, cómo nombrarlos, las reacciones que experimentan y cómo forman parte de nuestro organismo y del mundo en que vivimos.



El azúcar es el nombre más conocido de la sacarosa, que es un compuesto orgánico de amplio uso en nuestros hogares. Su fórmula molecular es  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Como se puede observar en su fórmula molecular, la sacarosa está formada por átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno.

¿Podemos determinar la presencia de azúcar en una muestra de bebida y otros alimentos? Te invitamos a investigarlo a lo largo de esta unidad.

Y como se trata de un tema muy importante para todos, lo haremos con el propósito de educar a la comunidad en el consumo moderado y saludable del azúcar.



- Reúnanse en grupos de cinco personas y respondan las siguientes preguntas acerca de la investigación que llevarán a cabo, basándose en sus conocimientos previos de Ciencias y de un proceso de investigación. Preséntenlas y coméntenlas frente al curso.

¿Cuál es mi pregunta de investigación? (Ver página 227)	¿Qué aprenderé por medio de esta investigación?	¿Para qué me servirá?

¿Qué estrategias voy a seguir?	¿Qué dificultades podría tener en el proceso de investigación?	¿Cómo solucionaré dichas dificultades?

**Conocimientos:**

- Propiedades periódicas de algunos átomos de interés para la química orgánica.
- Tipos de enlace que pueden experimentar los compuestos químicos.

**Habilidades:**

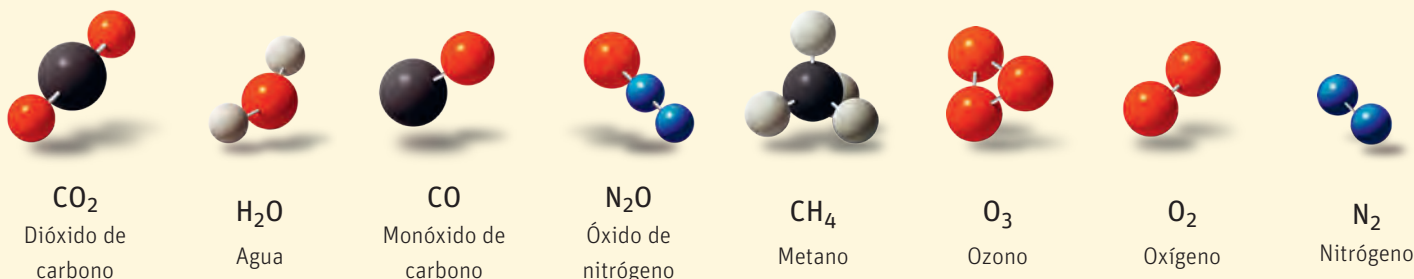
Identificar, analizar, comparar, aplicar, explicar, desarrollar modelos y crear.

**Actitudes:**

- Reconocimiento de la importancia del entorno natural y sus recursos.
- Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.

La atmósfera es la capa gaseosa que rodea el planeta. Ella es la responsable de la protección de la vida en la Tierra. La capa de ozono se encarga de absorber gran parte de la radiación ultravioleta proveniente del Sol.

1. En la figura se muestra la representación de las moléculas de varios gases que componen la atmósfera terrestre en mayor o menor cuantía. Sobre ellos completa las actividades que se proponen a continuación:



**Identifica**

a) Encuentra en la tabla periódica de la página 226 cada uno de los elementos que reconoces en las moléculas representadas en la imagen y completa la tabla:

Elemento	Grupo	Período	Número atómico	Distribución electrónica	Electrones de valencia

**Analiza, aplica y explica**

b) Analiza los átomos anteriores en cuanto a radio atómico y electronegatividad. El valor del radio atómico permite explicar la electronegatividad, ¿por qué?

---



---

**Analiza, compara y aplica**

c) Escribe la distribución electrónica del silicio y compárala con la del carbono en cuanto a niveles de energía y electrones de valencia. ¿Crees que los enlaces que formen ambos compuestos serán igualmente fuertes?, ¿por qué?

---



---

**Aplica y desarrolla modelos**

d) Apoyándote en toda la información recopilada, representa los compuestos químicos anteriores usando la estructura de Lewis. Trabaja en tu cuaderno.

**Analiza y compara**

e) Ya conoces que las moléculas están formadas por átomos unidos entre sí a través de un enlace químico (iónico, covalente polar y covalente apolar). ¿Qué enlace se evidencia en las moléculas anteriores? ¿Qué diferencia existe entre el tipo de enlace que experimentan las moléculas anteriores y el que experimenta el cloruro de sodio?

---



---

**Desarrolla modelos y crea**

f) Elige los materiales que consideres necesarios y crea una representación de cada uno de los enlaces químicos que conoces. Dibújalo en tu cuaderno.

**Aplica**

g) Durante la fotosíntesis, ¿qué hacen las plantas con el CO<sub>2</sub>? Los compuestos que producen las plantas durante la fotosíntesis, ¿son orgánicos o inorgánicos?

---



---

**Mi nivel de desempeño inicial**

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítems	Habilidades	Nivel de desempeño
Reconocí elementos químicos y sus propiedades periódicas.	a)	Identificar	<input type="checkbox"/> L: 4 elementos correctos. <input type="checkbox"/> ML: entre 1 y 3 elementos correctos. <input type="checkbox"/> PL: ningún elemento correcto.
Establecí relaciones entre radio atómico, electronegatividad y enlace químico.	b) y c)	Analizar, comparar, aplicar y explicar	<input type="checkbox"/> L: 2 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 1 ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
Representé y modelé diferentes enlaces químicos y establecí diferencias entre ellos.	d), e) y f)	Analizar, comparar, aplicar, desarrollar modelos y crear	<input type="checkbox"/> L: 3 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 1 o 2 ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
Identifiqué los productos de la fotosíntesis y los clasifiqué según su naturaleza química.	g)	Aplicar	<input type="checkbox"/> L: 2 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> ML: 1 respuesta correcta <input type="checkbox"/> PL: ninguna respuesta correcta.

L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr

**Autoevaluación**

- ¿Qué conocimientos y habilidades te resultaron más fáciles de trabajar?, ¿cuáles fueron más difíciles y por qué?
- ¿Qué conocimientos y habilidades debes reforzar?
- ¿La actividad te permitió reconocer la importancia del entorno natural y sus recursos?, ¿por qué?
- ¿Qué significa trabajar con esfuerzo y perseverancia? ¿Trabajaste de esta forma?, ¿por qué?

**Coevaluación**

- En una escala de 1 a 7, ¿cómo se autoevalúan como grupo curso en las siguientes actitudes? Comenten.
  - Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.
  - Curiosidad e interés.
  - Respeto y colaboración en el trabajo grupal.
  - Pensamiento crítico.

## ¿Qué estudiarás en esta unidad?

La química orgánica es una rama muy importante de la Química en la que se estudian los compuestos de carbono y sus reacciones. Las moléculas orgánicas están presentes en todo lo que nos rodea: nuestra ropa, los productos de limpieza,

las medicinas, las comidas, los pesticidas y herbicidas, muchos materiales que se usan para producir los objetos que utilizamos e, incluso, nos permite comprender los procesos vitales, incluidos los de nuestro organismo.

### ¿Qué aprenderé?

### ¿Cómo lo aprenderé?

CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES	ACCIONES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qué son los compuestos orgánicos.</li> <li>• Cómo es la composición de los compuestos orgánicos.</li> <li>• Cómo clasificar y nombrar los compuestos orgánicos.</li> <li>• Las propiedades de muchos compuestos orgánicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar</li> <li>• Nombrar</li> <li>• Analizar</li> <li>• Clasificar</li> <li>• Comparar</li> <li>• Relacionar</li> <li>• Aplicar</li> <li>• Deducir</li> <li>• Interpretar</li> <li>• Explicar</li> <li>• Investigar</li> <li>• Desarrollar modelos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Curiosidad e interés por conocer y comprender fenómenos del entorno.</li> <li>• Creatividad.</li> <li>• Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.</li> <li>• Responsabilidad y respeto en el trabajo colaborativo.</li> <li>• Pensamiento crítico.</li> <li>• Uso responsable y efectivo de las TICs.</li> <li>• Valoración y cuidado de la salud.</li> <li>• Reconocimiento de la importancia del entorno natural y sus recursos.</li> <li>• Valoración e interés por los aportes de hombres y mujeres al conocimiento científico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelar</li> <li>• Resolver problemas</li> <li>• Experimentar</li> <li>• Investigar</li> <li>• Plantear hipótesis</li> <li>• Plantear preguntas de investigación</li> </ul>

## ¿Cómo te gustaría protagonizar tu propio aprendizaje?

Para desarrollar estos conocimientos, habilidades y/o actitudes, es importante reconocer qué te motiva a estudiar y a partir de allí plantearte metas. Define una meta que te gustaría lograr, considerando tu motivación, la evaluación diagnóstica y las dificultades que tuviste en la unidad anterior. Completa el siguiente esquema en tu cuaderno.



**MI MOTIVACIÓN  
PARA APRENDER  
ES...**

¿Cómo solucionaré esas dificultades?

¿Cuál es mi meta de estudio?

¿Qué estrategias utilizaré para alcanzarla?

¿Qué dificultades podría tener?

# BASES DE LA QUÍMICA ORGÁNICA

En esta lección aprenderás sobre las bases que fundamentan la química orgánica, es decir, conocerás las propiedades que hacen del carbono un átomo tan especial, así como aquellas que caracterizan a los compuestos orgánicos. También crearás modelos de diferentes familias de sustancias químicas que son útiles para el ser humano. Este conocimiento te permitirá valorar la presencia e importancia del carbono en el mundo en que vivimos y en nuestro propio organismo.

## ACTIVA tus conocimientos previos

### Conocimientos:

- Composición de la materia orgánica.
- Diferentes tipos de enlace que pueden experimentar los compuestos químicos.

### Habilidades:

Identificar, analizar, clasificar, aplicar, explicar, argumentar, desarrollar modelos y crear.

### Actitudes:

- Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.
- Valoración y cuidado de la salud.

industrias graficas 3f s.a.

1. La siguiente imagen muestra una etiqueta con información nutricional:

#### Analiza e identifica

- a) De la información nutricional, selecciona los que consideras compuestos químicos.

---



---



---

#### Clasifica, aplica y explica

- b) De los compuestos anteriormente mencionados, ¿cuáles crees que son compuestos orgánicos y cuáles compuestos inorgánicos? ¿Consideras que el alimento que tenía la etiqueta es sano para la salud? ¿Por qué?

---



---



---

#### Aplica y argumenta

- c) ¿Consideras que una persona que padece diabetes debería consumir un alimento con esta información nutricional? ¿Por qué? ¿Qué compuesto químico se relaciona con esta enfermedad?

---



---



---

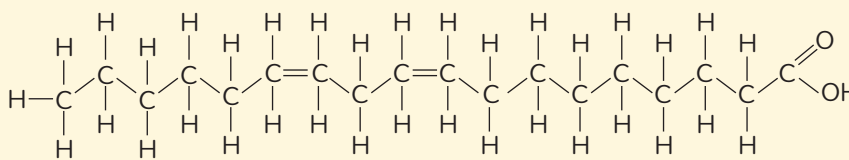


---

<b>Datos nutricionales</b>	
Tamaño por ración 1 taza (228 g)	
Porciones en el paquete 2	
Cantidad por ración	
Energía (kcal): 250	
% Valor diario*	
<b>Grasa total</b> 12 g	<b>18 %</b>
Grasa saturada 3 g	<b>15 %</b>
Ácido graso <i>trans</i> 1.5 g	
<b>Colesterol</b> 30 mg	<b>10 %</b>
<b>Sodio</b> 470 mg	<b>20 %</b>
<b>Carbohidrato total</b> 31 g	<b>10 %</b>
Fibra dietética 0 g	<b>0 %</b>
Azúcares 5 g	
<b>Proteínas</b> 5 g	
Vitamina A	4 %
Vitamina C	2 %
Calcio	20 %
Hierro	4 %

\* % en relación a la Dosis Diaria Recomendada (DDR)

2. El omega 6 es una familia de ácidos grasos poliinsaturados. El ácido linoleico pertenece a la familia de los omega 6 y se encuentra presente en múltiples alimentos como la palta, el huevo y las nueces, entre otros.



### Explica

- a) Si sabemos que el ácido linoleico es un compuesto orgánico, ¿qué características consideras que lo colocan en esta posición?

### Identifica

- b) ¿Qué tipo de enlaces presenta el ácido linoleico: iónico, covalente polar y/o covalente apolar? Señala con colores en la estructura, los tipos de enlaces que encuentres.

### Explica y desarrolla modelos

- c) ¿Consideras que esta molécula es capaz de generar interacciones por puentes de hidrógeno? Explica tu respuesta argumentando con la estructura anteriormente representada. Crea en tu cuaderno un dibujo que consideres que representa los enlaces por puente de hidrógeno.

### Desarrolla modelos y crea

- d) Investiga sobre los ácidos grasos del tipo omega 6 y crea un modelo, usando plastilina y palos de fósforos que sea adecuado para representar a toda esta familia.

## ¿Cómo empiezas?

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítems	Habilidades	Nivel de desempeño
Identifiqué los compuestos orgánicos.	1 a) y b) 2 a)	Identificar, analizar, clasificar aplicar y explicar	<input type="checkbox"/> L: 3 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 2 ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
Explicué la influencia de un compuesto orgánico sobre el organismo humano.	1 c)	Aplicar y argumentar	<input type="checkbox"/> L: ítem correcto. <input type="checkbox"/> ML: ítem parcialmente correcto. <input type="checkbox"/> PL: ítem incorrecto.
Reconocí los tipos de enlace químico y las interacciones por puente de hidrógeno.	2 b) y c)	Identificar explicar y desarrollar modelos	<input type="checkbox"/> L: 2 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 1 ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
Creé modelos adecuados para representar moléculas en tres dimensiones.	2 c) y d)	Explicar, desarrollar modelos y crear	<input type="checkbox"/> L: 2 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 1 ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr			

## Autoevaluación

¿Te preocupas del cuidado de tu alimentación? Marca tus respuestas y comenta:

- ¿Qué prefieres beber cuando tienes sed?  
a) Agua b) Bebida c) Jugó natural
- ¿Cuánta azúcar consumes al día?  
a) Entre 1 y 5 cucharadas.  
b) Entre 6 y 10 cucharadas.  
c) Más de 11 cucharadas.
- ¿Cuáles son los alimentos que más consumes?  
a) Carbohidratos (harinas, papas, cereales, etc.).  
b) Proteínas (leche, huevos, carnes, legumbres, etc.).  
c) Vitaminas y minerales (frutas y verduras).
- ¿Sueles revisar la información nutricional de los alimentos?  
a) Sí b) A veces c) No

# Línea de tiempo QUÍMICA



**Nicolás Lemery** (Francia)

acepta por primera vez la idea de que los compuestos de origen natural se clasifican en tres tipos:

- Procedentes de las plantas.
- Procedentes de los animales.
- Procedentes de los minerales.



**Antoine Lavoisier** (Francia)

comprueba que algunas sustancias orgánicas estaban formadas por la combinación de carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno fundamentalmente.



**John Dalton** (Reino Unido)

postula que la materia está formada por partículas muy pequeñas llamadas átomos.



**Michael Faraday** (Reino Unido)

obtiene el benceno a partir de los hidrocarburos derivados del petróleo.



1675

Monarquía absoluta de Luis XIV en Francia.



1784

Concluye el proceso de Independencia de EE.UU. Primera Revolución industrial.



1803-1807

Imperio de Napoleón en Francia. Primera Revolución industrial.



1825

Primera Revolución industrial.



**Joseph John Thomson** (Reino Unido)

postula el modelo atómico como una esfera positiva en la que se encuentran incrustados los electrones.



**Ernest Rutherford** (Nueva Zelandia)

propone un nuevo modelo en el cual el átomo posee un núcleo que concentra la masa y tiene carga positiva (protón) y en la región extranuclear están los electrones con carga negativa como una nube.



**Niels Bohr** (Dinamarca)

plantea un modelo atómico en el que los electrones orbitan alrededor del núcleo en órbitas circulares.



**Ernest Rutherford** (Nueva Zelandia)

logra dividir un átomo de nitrógeno usando partículas alfa (núcleos de helio sin sus electrones, formados por dos protones y dos neutrones).



1897

Segunda Revolución industrial. Imperialismo.



1911

Imperialismo.



1913

Imperialismo. Un año después empieza la Primera Guerra Mundial.



1919

Tratado de Versalles después de la Primera Guerra Mundial. Fundación del Partido Nazi.

QUÍMICA DEL CARBONO

AÑO

CONTEXTO HISTÓRICO

QUÍMICA DEL CARBONO

AÑO

CONTEXTO HISTÓRICO

# DEL CARBONO



**Friedrich Wöhler**  
(Alemania)

sintetiza por primera vez en un laboratorio un compuesto orgánico, la urea.



**Hermann Kolbe**  
(Alemania)

sintetiza en el laboratorio el ácido acético, principal componente del vinagre.



**August Kekulé**  
(Alemania) y **Archibald Scott Couper** (Reino Unido)

plantearon que los elementos se unían entre sí por medio de enlaces químicos y que podían hacerlo de diferentes formas.



**August Kekulé**  
(Alemania)

propone la estructura del benceno.



1828



1845



1858



1865

Primera Revolución industrial.



**Erwin Schrödinger**  
(Austria)

postula que los electrones se reparten en orbitales que no son más que regiones en el espacio, donde hay mayor probabilidad de encontrar al electrón.



**Harold Kroto**  
(Reino Unido),  
**Robert Curl**  
(EE.UU.) y **Richard Smalley** (EE.UU.)

descubren el fullereno de 60 átomos de carbono.



**Harold Kroto**  
(Reino Unido),  
**Robert Curl**  
(EE.UU.) y **Richard Smalley** (EE.UU.)

obtienen el Premio Nobel de Química por el descubrimiento del fullereno.



**Andre Geim**  
(Rusia) y **Konstantin Novoselov** (Rusia)

reciben el Premio Nobel de Física por sus novedosos experimentos con el grafeno.



1924

Felices años 20. Benito Mussolini lidera el movimiento fascista en Italia. Stalin instaura su dictadura en Rusia.



1985

Guerra Fría.



1996

Comienza la guerra de Kosovo en la antigua Yugoslavia.



2010

Terremoto en Chile magnitud 8,8 MW.



## Antecedentes históricos

### Objetivo

Descubir mediante el análisis que la teoría del vitalismo no está respaldada por el avance de la ciencia.

### Habilidades

Observar, analizar, deducir y explicar.

### Actitud

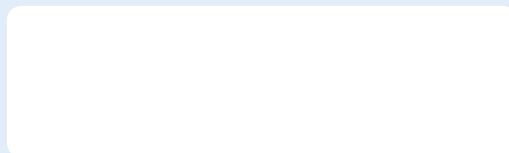
Pensamiento crítico.

### ¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos me ayudarán a realizar esta actividad?

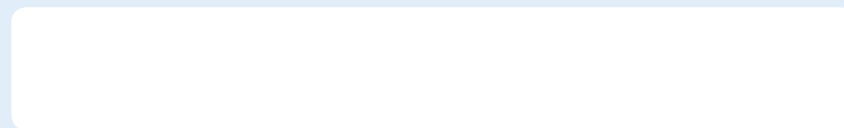
## Me preparo para aprender

### 1. Analiza las siguientes figuras:

- a. ¿Contienen lo mismo ambas botellas? ¿Cuáles son sus semejanzas y diferencias?



- b. Si pudieras extraer el ácido acético que contiene la botella de vinagre, ¿crees que este sería estructuralmente igual al que contiene la botella de ácido acético puro obtenido en un laboratorio? Explica.



- c. ¿Crees que aplicaste el pensamiento crítico para responder? ¿Por qué?



La química orgánica en su esencia está vinculada al ser humano desde los orígenes de la historia, aunque se tenían muy pocos conocimientos teóricos sobre ella. Las antiguas civilizaciones como los egipcios, los romanos y los fenicios, usando técnicas rudimentarias, eran capaces de extraer sustancias orgánicas de las plantas y los animales. Ellos realizaban procesos de fermentación de frutas para la fabricación de vino. Además, eran capaces de producir jabón a partir de grasa animal y obtenían colorantes, como el índigo, a partir de las plantas.



← Nicolás Lemery.

En 1675 el químico francés Nicolás Lemery aceptó por primera vez la idea de que los compuestos de origen natural se clasificaban en tres tipos:

- Procedentes de las plantas.
- Procedentes de los animales.
- Procedentes de los minerales

Con el desarrollo de las técnicas analíticas de la época, se comprueba que una misma sustancia podía ser obtenida tanto de plantas como de animales y se llega a una nueva clasificación de los compuestos químicos:

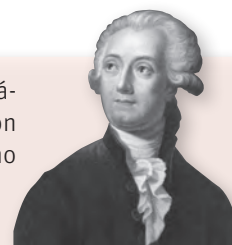
- Procedentes de plantas y animales. (considerados orgánicos).
- No procedentes de plantas y animales.

Muchos químicos de la época defendían la hipótesis de que los compuestos orgánicos solo podían ser obtenidos a partir de organismos vivos debido a que necesitaban una "fuerza vital" para producirlos. Esta teoría fue conocida como **vitalismo**.

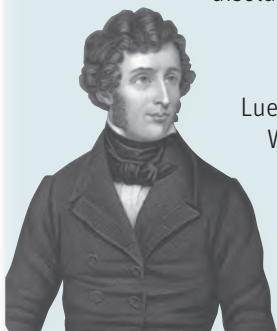
En 1784, el químico francés Antoine Lavoisier estudió las reacciones de combustión y comprobó que algunas sustancias orgánicas, al combustionar, producían  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  y otras que, además, producían nitrógeno. Esto

lo llevó a deducir que los compuestos orgánicos estaban formados por la combinación de carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno fundamentalmente.

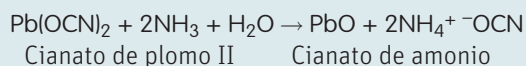
Antoine Lavoisier. →



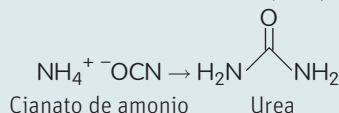
En 1828, Friedrich Wöhler, sintetizó el cianato de amonio a partir del cianato de plomo II y una disolución de hidróxido de amonio.



← Friedrich Wöhler.

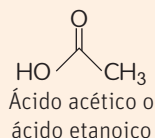


Luego de obtenido el cianato de amonio, en un intento por purificar el compuesto, Wöhler lo calentó y ocurrió algo inesperado: el cianato de amonio experimentó un proceso químico desconocido hasta el momento y se produjo urea.



Con la obtención de urea a partir de compuestos inorgánicos, se derriba la teoría vitalista, demostrando que era posible sintetizar compuestos orgánicos, sin necesidad de una "fuerza vital". Así, a partir de ese momento, muchos científicos de la época se enfrascaron en intentar sintetizar compuestos orgánicos.

En 1845 Hermann Kolbe, alumno de Wöhler, terminó de echar por tierra el vitalismo cuando sintetizó el ácido acético a partir de los elementos que lo componen.



Hermann Kolbe. →



### Naturaleza de la ciencia

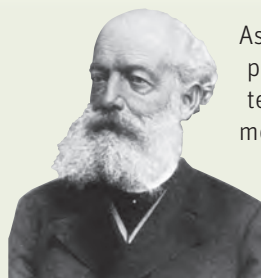
“El conocimiento científico está basado en evidencias empíricas y está sujeto a permanente revisión y a eventuales modificaciones de acuerdo a dichas evidencias”.

- A la luz del contenido de estas páginas, comenten cómo este principio del desarrollo científico explica el surgimiento de la Teoría de la estructura química y de lo que hoy sabemos respecto de la química del carbono.

A la obtención del ácido acético le siguió la síntesis de un sinnúmero de compuestos orgánicos que se encuentran presentes en la vida cotidiana y otro nuevo reto emergió: dilucidar la estructura de estos nuevos compuestos orgánicos.



↑ Archibald Scott Couper.



↑ August Kekulé.

Así fue como en 1858 dos científicos, de manera independiente, August Kekulé y Archibald Scott Couper, plantearon la idea de que los elementos se unen entre sí por medio de enlaces químicos y que pueden hacerlo de diferentes formas. Más adelante a este postulado se le llamó **Teoría de la estructura química**, y fue un hito en la historia de la química, ya que abrió el camino a la comprensión de la química en general y la química orgánica en particular.

## Actividad

### Objetivo

Investigar sobre creencias modernas que se vinculan a la teoría del vitalismo.

### Habilidades

Procesar, analizar y evaluar evidencia.

### Actitud

Uso responsable y efectivo de las TICs.

1. En grupos, investiguen en internet sobre el vitalismo. Evalúen la información y expliquen si creen que existe algún tipo de vitalismo en nuestra vida cotidiana. Preparen una exposición para presentarla frente al curso, en la que se respondan las siguientes preguntas:
  - a. ¿Qué es el vitalismo?
  - b. ¿Qué ejemplos cotidianos de vitalismo se pueden destacar?
  - c. ¿Qué habilidades de investigación aplicaron y cuál fue su utilidad?

## Distintas formas del carbono

### Objetivo

Deducir que la naturaleza del enlace químico puede ser la base de las diferencias entre algunas sustancias.

### Habilidades

Deducir, desarrollar modelos y crear.

### Actitudes

Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.

### ¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos me ayudarán a realizar esta actividad?

## Me preparo para aprender

1. En la imagen se muestra el diamante y el grafito.



Es conocido que tanto el diamante como el grafito están formados exclusivamente por átomos de carbono enlazados entre sí.

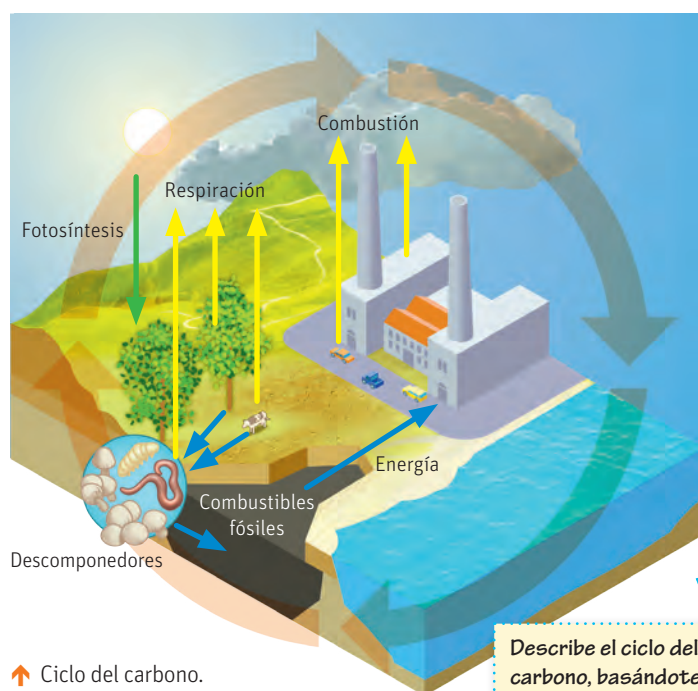
- a. ¿Dónde crees que radica la diferencia estructural entre el grafito y el carbono a nivel atómico?

- b. Toma plastilina, forma 40 pequeñas pelotitas y asume que cada una de ellas es un átomo de carbono. Toma palos de fósforos e intenta unir veinte pelotitas entre sí. Realiza la misma operación con las otras veinte pelotitas, tratando de encontrar una forma diferente de unirlas con los palos de fósforo, sin que cada pelotita tenga más de cuatro fósforos. Luego dibújalo en tu cuaderno.
- c. Determina qué habilidad de las mencionadas a la izquierda le corresponde a cada etapa de la actividad y explica cuál te exigió mayor esfuerzo.

La química orgánica es también conocida como la química del carbono, pues los compuestos orgánicos están formados fundamentalmente por este átomo. El átomo de carbono tiene la posibilidad de enlazarse no solo a otros elementos de la tabla periódica, sino también a otros átomos de carbono, siendo capaz de formar más moléculas diferentes que ningún otro elemento.

El carbono se puede encontrar en la naturaleza formando parte de algunas rocas, conchas marinas, etc., en forma de carbonato de calcio y también lo podemos encontrar formando parte del carbón mineral. El ciclo del carbono evidencia la importancia de este elemento en la naturaleza y cómo influye en la regulación del clima de nuestro planeta.

Los seres vivos dependemos del carbono. Las plantas dependen del dióxido de carbono para realizar la fotosíntesis, transformándolo en otros compuestos orgánicos de utilidad como la glucosa. Los animales y el ser humano, a su vez, dependemos del oxígeno que producen las plantas cuando llevan a cabo la respiración.



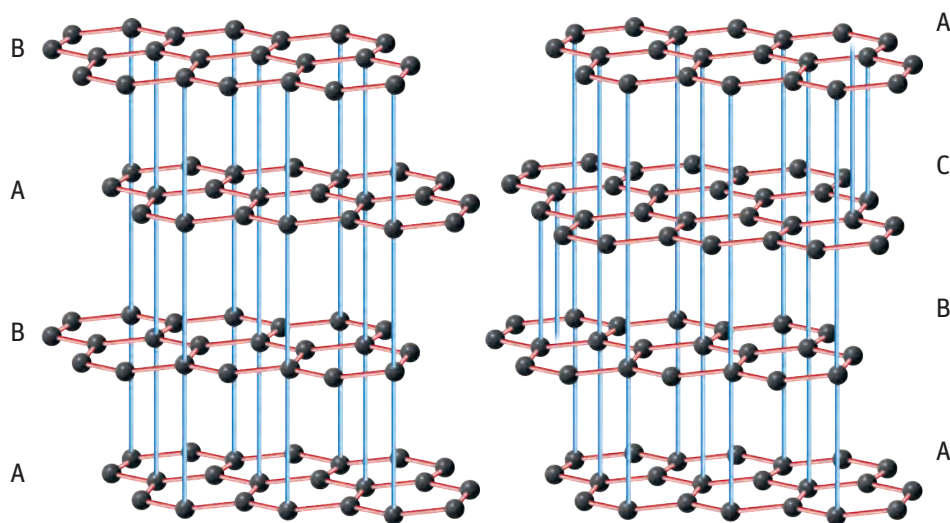
Describe el ciclo del carbono, basándote en la imagen.

En la naturaleza podemos encontrar el carbono formando parte de otros compuestos orgánicos, pero también es posible encontrarlo como elemento químico en diferentes formas como el grafito y el diamante. El grafito y el diamante se consideran formas alotrópicas del carbono, pues están formados solamente por átomos de carbono y se diferencian entre sí en la forma en que están enlazados los átomos.

## El grafito

Consiste en la forma alotrópica del carbono, donde cada átomo se encuentra unido covalentemente a otros tres, de manera que componen una red de anillos hexagonales planos que forman láminas paralelas entre sí, unidas entre ellas por fuerzas intermoleculares.

En dependencia de la forma en que se apilen las láminas, podemos encontrar dos tipos de grafito: el grafito hexagonal (más estable), donde el apilamiento ocurre de la forma ABAB, y el grafito romboédrico (menos estable), donde el apilamiento ocurre de la forma ABCABCA. Cada una de las capas que forma el grafito se conoce como grafeno.



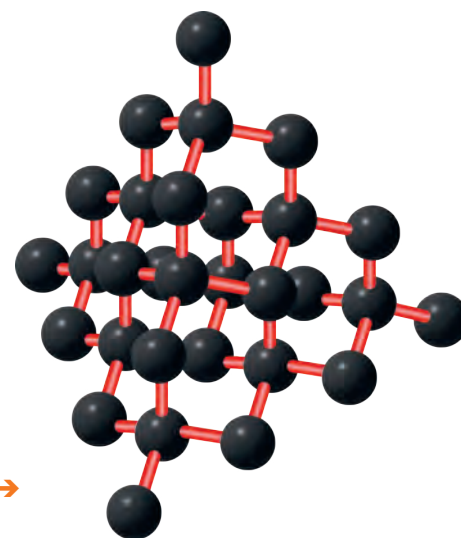
↑ Grafito hexagonal y grafito romboédrico.

## El diamante

El diamante es otra forma en la que el carbono puede encontrarse en la naturaleza. El diamante se diferencia del grafito en que cada átomo de carbono está enlazado a otros cuatro átomos más, formando una estructura tetraédrica. Esta simple diferencia hace del diamante uno de los materiales más duros que existen en la naturaleza.

Los diamantes se forman en la corteza terrestre bajo condiciones de alta presión y temperatura, y su gran rigidez hace que posea muy pocas impurezas. Si bien es cierto que es posible preparar diamante en un laboratorio, consiguiendo las condiciones de presión y temperatura adecuadas, con el diamante sintético, generalmente, no se logra el mismo grado de pureza que posee el natural.

Diamante. →



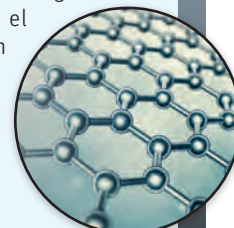
### Muy interesante...

En el año 2010 se otorgó el Premio Nobel de Física a dos científicos de la Universidad de Manchester, Andre Geim y Konstantin Novoselov «por sus novedosos experimentos con el grafeno en dos dimensiones», una lámina de carbono de un átomo de espesor.

El grafeno es un material muy delgado y resistente que se comporta de manera similar al cobre en cuanto a conducción de la corriente eléctrica y que como conductor de calor supera a los materiales conocidos hasta ahora. Es transparente y tan denso que ni siquiera el helio, puede atravesarlo.

Ambos científicos han trascendido en el campo de la Física no solo por haber sido galardonados con este prestigioso premio. Andre Geim, porque fue galardonado en el año 2000 con el premio IgNobel (parodia del Premio Nobel) por hacer levitar a una rana en un campo magnético, lo que lo convirtió en el primer científico en recibir ambos premios. Y Konstantin Novoselov, por ser el Premio Nobel más joven desde el año 1973.

Fuente: Diario El país digital, 5 de octubre de 2010. En: [http://sociedad.elpais.com/sociedad/2010/10/05/actualidad/1286229601\\_850215.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2010/10/05/actualidad/1286229601_850215.html)

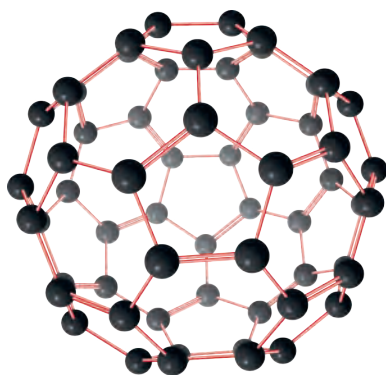


## El fullereno

Hasta finales del siglo XX se creía que el grafito y el diamante eran las únicas formas alotrópicas del carbono, pero en 1985 Harold Kroto, Robert Curl y Richard Smalley descubrieron el fullereno de 60 átomos de carbono, investigación que les valió, en 1996, el Premio Nobel de Química.

El fullereno es la tercera forma más estable en la que se presenta el carbono en la naturaleza. Su composición es similar a la del grafeno, pero al formar indistintamente, en una lámina, pentágonos, hexágonos y en algunas oportunidades heptágonos, suele presentarse en forma de esfera o de elipsoide.

El fullereno más conocido es el fullereno formado por 60 átomos de carbono  $C_{60}$  y que forma 12 pentágonos y 20 hexágonos, similar a un balón de fútbol.



↑ Fullereno.



A partir de su descubrimiento, a nivel de laboratorio, los fullerenos han sido encontrados formando parte del hollín y en julio del 2010 la NASA informó que los astrónomos que utilizan el telescopio espacial Spitzer habían descubierto fullerenos en el espacio.

Al ser moléculas de tan reciente descubrimiento, los fullerenos como familia, están formando parte de importantes investigaciones y desde ya se les atribuye numerosas propiedades, como, por ejemplo, la conductividad eléctrica y están resultando útiles para aplicaciones médicas, en la ciencia de los materiales y en la moderna nanotecnología.

### CONECTANDO CON...

#### La arquitectura

El nombre fullereno proviene del ámbito de la arquitectura, puesto que está inspirado en Richard Buckminster Fuller, arquitecto mundialmente conocido por su invento de las cúpulas geodésicas (1948). No obstante, estas cúpulas ya existían; el ingeniero Walter Bauersfeld fue el primero en iniciar la construcción de una de ellas para un planetario en el año 1912.

En varios lugares de Chile podemos encontrar con bastante frecuencia este tipo de obras, también conocidas como domos geodésicos.



## Actividad

### Objetivo

Deducir que la naturaleza del enlace químico puede ser la base de las diferencias entre algunas sustancias.

### Habilidades

Investigar, deducir, desarrollar modelos y crear.

### Actitud

Uso responsable y efectivo de las TICs.

“Queremos utilizar los nanotubos en dos sentidos: uno para mejorar la capacidad estructural del hormigón, y otro, para aprovechar sus propiedades de conducción de la electricidad”, explica Castro.

Fuente: <http://www.biobiochile.cl/noticias/2015/07/28>

- Júntate con un compañero o compañera e investiguen en Internet sobre los nanotubos de carbono y sus aplicaciones.
  - ¿Qué son los nanotubos de carbono? ¿Son algo similar al grafito? ¿Cuáles son sus semejanzas y diferencias? ¿Es otra forma alotrópica del carbono? ¿Qué aplicaciones tienen?
  - Basados en la bibliografía consultada, dibujen un nanotubo de carbono.
  - ¿Cuántas formas alotrópicas tiene el carbono, además de las estudiadas en clases?
  - ¿Qué dificultades tuviste en el proceso de búsqueda de información?

## Características estructurales del átomo de carbono

### Objetivo

Reconocer la tetravalencia del carbono asociado al número de enlaces y a la distribución electrónica.

### Habilidades

Observar, analizar y concluir.

### Actitudes

Curiosidad e interés por conocer y comprender los fenómenos del entorno.

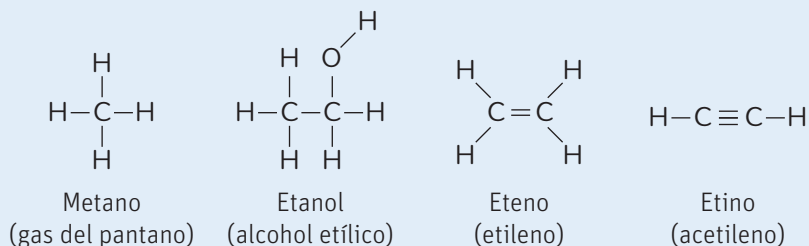
**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?**

### RECUERDA

En la representación de la estructura química de una molécula, las letras representan los átomos y las líneas, los enlaces que mantienen unidos a los átomos para que sea posible la formación de la molécula.

### Me preparo para aprender

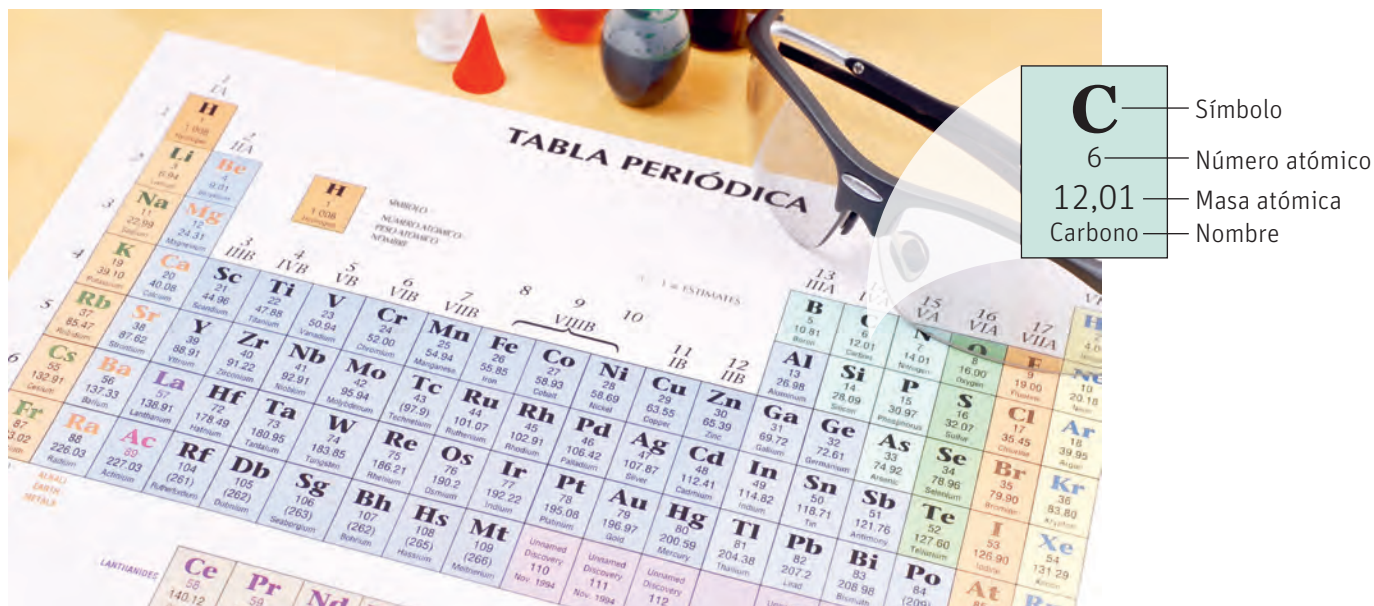
- En la figura se representan las estructuras de cuatro compuestos orgánicos conocidos y muy usados en la vida cotidiana. Júntense en equipos de 3 o 4 compañeros, observen detenidamente las estructuras propuestas y respondan las preguntas.



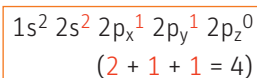
- ¿Qué átomos forman las moléculas representadas?
  - Escriban la configuración electrónica de cada uno de los átomos que forman las moléculas representadas. Pueden usar la tabla periódica de la página 226 si lo consideran necesario.
  - Observen los enlaces en cada una de las moléculas, ¿qué tienen en común los átomos de carbono en las cuatro moléculas representadas?
  - Analicen detenidamente las distribuciones electrónicas de cada uno de los átomos y encuentren la relación que existe entre la distribución electrónica y el número de enlace que experimenta cada átomo representado.
  - ¿Qué utilidad tiene para el ser humano cada uno de los compuestos que se representaron? Investiga y comparte con tus compañeros.
- ¿Qué operaciones tuvieron que llevar a cabo para analizar? A la luz de ellas, ¿qué significa analizar?

Ya vimos en las páginas anteriores que el átomo de carbono constituye la base de la vida en la Tierra, encontrándose presente en prácticamente todo lo que nos rodea y en todos los organismos vivos o que alguna vez estuvieron vivos. ¿Qué hace del carbono un átomo tan especial?

Ubiquemos al carbono en la tabla periódica:



El carbono es un elemento no metálico ubicado en el período 2 y el grupo 14 de la tabla periódica. Su número atómico es 6 ( $Z = 6$ ) y su configuración electrónica en estado fundamental (estado de menor energía) responde a:



Es decir, posee 4 electrones de valencia y se considera un átomo tetravalente.

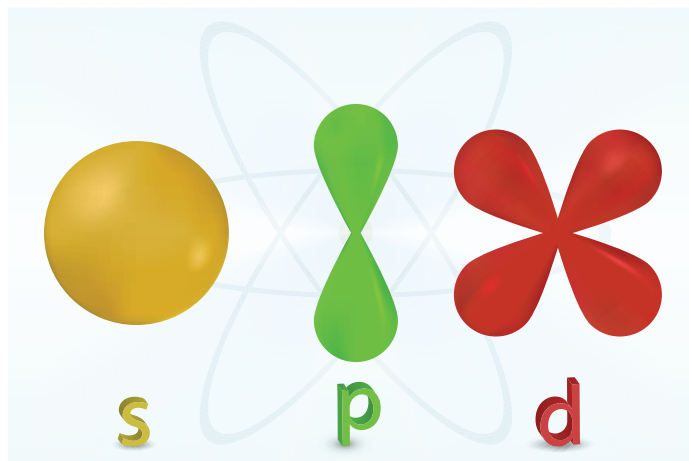
Pero para que el átomo de carbono se pueda enlazar covalentemente a otros cuatro átomos deberá tener cuatro electrones de valencia desapareados (disponibles para poder compartirlos), algo que no sucede en su estado fundamental. Por eso, cuando el átomo de carbono se excita, uno de los electrones de 2s pasa al orbital  $2p_z$  vacío, quedando los cuatro electrones de valencia desapareados.

Distribución electrónica del carbono en estado excitado:

$1s^2$	$2s^1$	$2p_x^1$	$2p_y^1$	$2p_z^1$
	1 Orbital s	3 Orbitales p		

Según la teoría de los orbitales atómicos, los electrones de un átomo no orbitan alrededor del núcleo como se creía antiguamente, sino que se mueven en espacios definidos llamados orbitales. Los orbitales delimitan el espacio donde es más probable encontrar al electrón.

De la configuración electrónica del átomo de carbono se deduce que los electrones de valencia se encuentran en un orbital s y tres orbitales p, ambos en el segundo nivel de energía. Los orbitales tienen formas definidas, por ejemplo, el orbital s es un orbital esférico, el orbital p simula una mancuerna y el orbital d se parece a un trébol de 4 hojas, tal y como se muestra en la imagen.

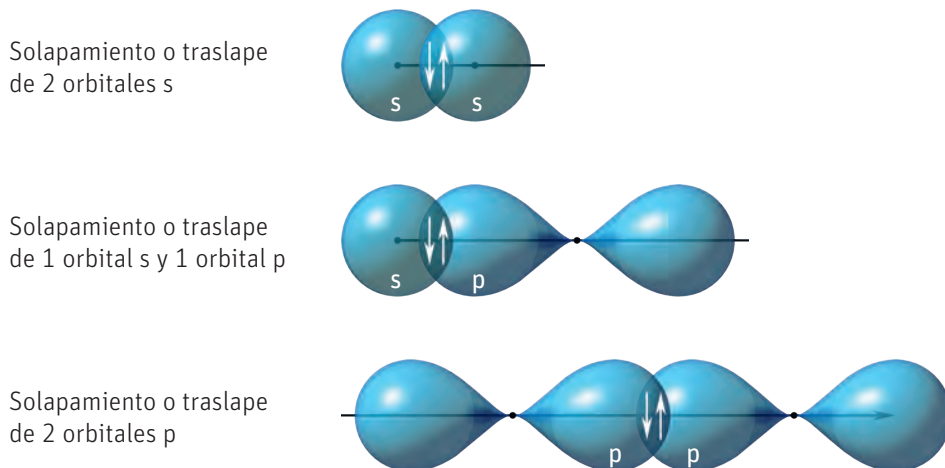


↑ Forma de los orbitales atómicos s, p y d.

### RECUERDA

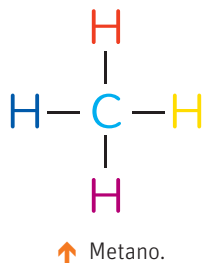
Los electrones de valencia son los electrones ubicados en el último nivel de energía de un átomo y son los encargados de formar el enlace químico.

Una vez comprendido esto, podemos modelar un enlace químico, teniendo en cuenta que este se produce por el traslape o solapamiento de los orbitales atómicos en el cual se comparten los electrones de valencia de dos átomos, tal como se muestra en la siguiente imagen:

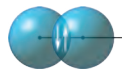
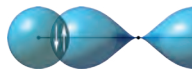
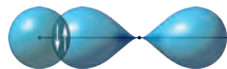
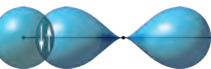


## Hibridación $sp^3$ del átomo de carbono y el enlace $\sigma$

Para comprender estas características, lo ejemplificaremos con la molécula de metano.



Esta molécula está formada por un átomo de carbono enlazado a cuatro átomos de hidrógeno. Un átomo de hidrógeno tiene un único orbital s. Teóricamente, al enlazarse cuatro átomos de hidrógeno a un átomo de carbono se combinarían de la siguiente forma:

Orbital s de H	Orbital s de H	Orbital s de H	Orbital s de H
El orbital s de C	Un orbital p de C	Un orbital p de C	Un orbital p de C (electrón que viene de su orbital s)
			

¿Serán iguales los cuatro enlaces que forman la molécula de metano?

Aparentemente no deberían ser iguales, pero la evidencia científica dice que la molécula de metano está formada por cuatro enlaces idénticos.

¿Qué pasa entonces con el átomo de carbono que a pesar de no tener cuatro orbitales idénticos sí es capaz de formar cuatro enlaces idénticos?

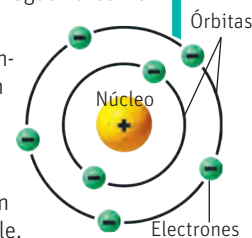
### Naturaleza de la ciencia

“Las explicaciones, las teorías y los modelos científicos son los que mejor dan cuenta de los hechos conocidos en su momento”.

El modelo atómico que se encuentra validado en la actualidad ha sido producto de la evolución del pensamiento científico y la intervención de grandes hombres de ciencia. Entre 1803 y 1807, John Dalton postuló que la materia estaba formada por partículas muy pequeñas llamadas átomos y que estos eran indivisibles e indestructibles. A partir de él, muchos científicos de la época trataron de imaginar el átomo y crearon modelos basados en la deducción y la experimentación:

- En 1897, Thomson imaginó el átomo como una especie de esfera positiva en la que los electrones se encontraban incrustados como los chips de chocolate en una galleta.
- En 1911, Ernest Rutherford propuso un nuevo modelo en el cual el átomo poseía un núcleo que concentraba la masa y tenía carga positiva (protón) y en la región extranuclear estaban los electrones con carga negativa como una nube.
- En 1913, Niels Bohr planteó un nuevo modelo en el que los electrones orbitan alrededor del núcleo en órbitas circulares definidas y con la menor energía posible.
- En 1924 Schrödinger postuló que los electrones se reparten en orbitales que no son más que regiones en el espacio donde hay mayor probabilidad de encontrar al electrón.

- ¿Por qué se han desarrollado tantos modelos respecto del átomo?, ¿crees que podrían surgir otros nuevos?, ¿de qué podría depender eso?

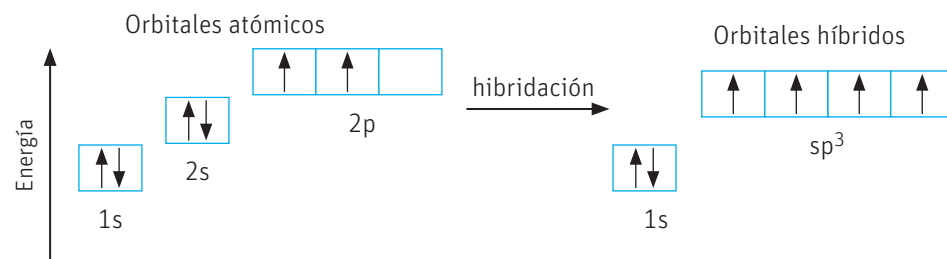




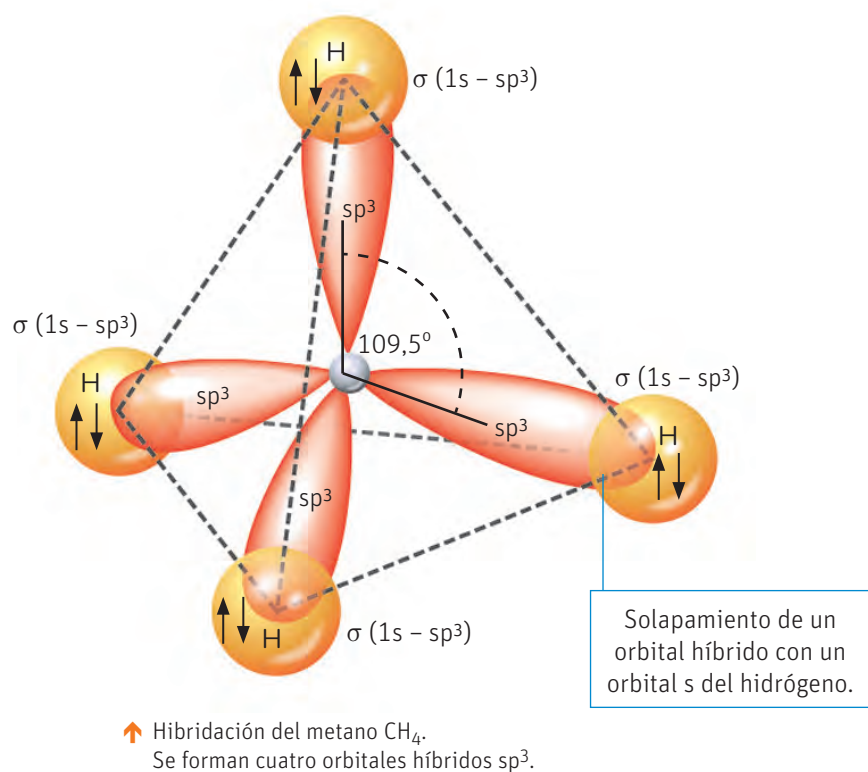
Algunos átomos, entre ellos el carbono, tienen la facultad de combinar orbitales  $s$  y  $p$  para generar orbitales híbridos.

En el caso de la molécula de metano, el carbono generó cuatro orbitales híbridos producto de la combinación de un orbital  $s$  y tres orbitales  $p$ , lo que produjo cuatro orbitales híbridos del tipo  $sp^3$ , todos de igual forma y tamaño.

Energéticamente, los orbitales híbridos se encuentran en un nivel de energía intermedio entre el orbital  $s$  y el  $p$ .



El átomo de carbono que experimenta una hibridación  $sp^3$  forma cuatro enlaces simples como los que se muestran en la siguiente imagen.



Estos enlaces se ubican espacialmente de manera que entre ellos exista la mayor distancia, minimizando la repulsión. Esto trae como consecuencia que se formen ángulos de enlace de  $109,5^\circ$  y una geometría, alrededor del átomo de carbono, que simula un tetraedro, tal como se observa en la figura.

En las moléculas donde el carbono es  $sp^3$ , el enlace se forma por un solapamiento frontal de los orbitales de ambas moléculas, produciéndose un enlace denominado enlace  $\sigma$  (sigma), que es el más fuerte entre los enlaces del tipo covalente.

### CONECTANDO CON...

#### Las TICs

Ingresa el código 18TQ2M128A en la página web de tu texto. Allí encontraras un video que muestra tridimensionalmente la hibridación  $sp^3$  del carbono y la formación del enlace  $\sigma$ , (sigma).

### Grandes ideas de la ciencia

**“Todo el material del Universo está compuesto de partículas muy pequeñas”.**

En 1919, en la Universidad de Manchester, Ernest Rutherford logró dividir un átomo de nitrógeno usando partículas alfa. Este gran logro cambió la historia de la ciencia. Independientemente de que años más tarde se lograran desarrollar métodos más efectivos para realizar la división de un átomo, Rutherford se considera el padre de la física nuclear. Con sus experimentos abrió las puertas a una nueva ciencia para el desarrollo de la energía nuclear, así como la base de la radioterapia, método muy utilizado y efectivo para combatir el cáncer.

- Investiga sobre la radioterapia, su relación con la teoría atómica y su uso en el campo de la salud. Presenta un informe a tu profesor o profesora.

### CONECTANDO CON...

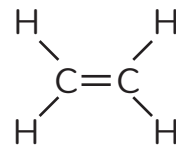
#### La biología

El metano es un compuesto químico que en condiciones de presión y temperatura normales se presenta en forma de gas. Es conocido como el gas de los pantanos y es un causante importante del calentamiento global. Se puede encontrar formando la mayor parte del gas natural y es producido por microorganismos llamados *archaea* o bacterias primitivas. Estos microorganismos producen el metano debido a la degradación que realizan de la materia orgánica de la que se alimentan y es posible encontrarlos incluso en el interior del intestino de algunos seres vivos.

## Hibridación $sp^2$ del átomo de carbono y el enlace $\pi$ (pi)

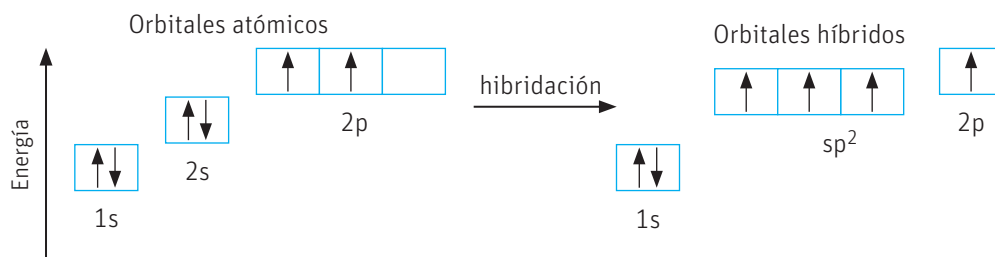
Pero, ¿puede el átomo de carbono formar solo enlaces simples?

Para ejemplificar este otro tipo de hibridación y enlace, utilizaremos el etileno. Esta molécula es responsable de la maduración de los frutos y tiene una estructura en la que los dos átomos de carbono que la forman se encuentran unidos entre sí por un enlace doble.



↑ Eteno o etileno.

¿Qué ocurre con los orbitales del carbono?



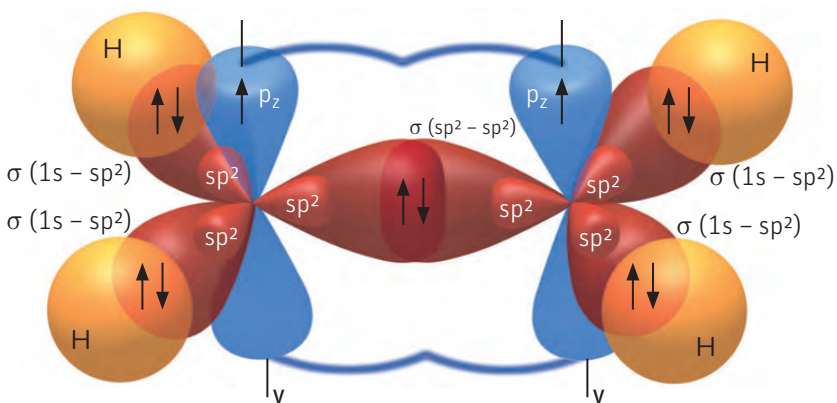
El orbital  $s$  se combina entonces con dos orbitales  $p$  formando tres orbitales híbridos del tipo  $sp^2$ , como se muestra en la imagen de la derecha.

Estos tres orbitales del tipo  $sp^2$  se posicionan de modo que queden los más alejados posible entre ellos, formándose así un ángulo de  $120^\circ$  y dando lugar a una geometría trigonal plana (simulando un triángulo equilátero), tal como se muestra en la segunda figura de la derecha.

Al formarse estos tres orbitales queda un orbital  $p$  puro (sin hibridar) que se posiciona en forma perpendicular.

Al acercarse otra molécula de carbono, uno de los orbitales  $sp^2$  se traslapa con un orbital del mismo tipo del otro átomo de carbono formando un enlace  $\sigma$  y los orbitales  $p$  de ambos átomos quedan paralelos y lo suficientemente cercanos entre sí, de modo que los electrones de ambos orbitales disponen de un espacio común, formándose un enlace adicional diferente y conocido como enlace  $\pi$  (pi).

Por lo tanto, cuando esto ocurre, como en la molécula de etileno, los átomos de carbono que la forman se enlazan a través de un enlace doble, uno de ellos del tipo  $\sigma$  y el otro del tipo  $\pi$ .



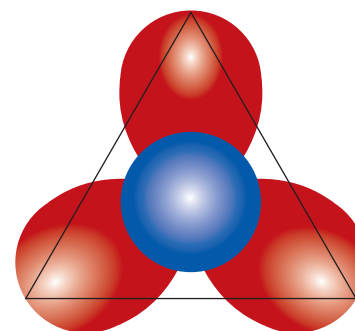
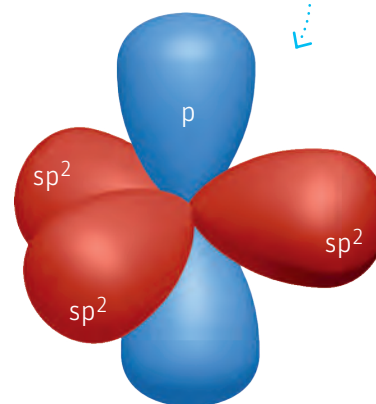
↑ Hibridación y formación de enlaces del eteno  $H_2C=CH_2$ .  
Se forman tres orbitales híbridos  $sp^2$  y queda sin hibridar un orbital  $p$ .

### CONECTANDO CON...

#### Las TICs

Ingresa el código 18TQ2M129A en la página web de tu texto. Allí encontrarás un video que ilustra la hibridación  $sp^2$  del carbono y la formación del enlace  $\pi$  (pi). Observa el video solo hasta el minuto 5.

Marca en la imagen el ángulo de enlace.



↑ Hibridación  $sp^2$ .

## Hibridación $sp$ del átomo de carbono

Para ejemplificar este tercer tipo de hibridación, utilizaremos el etino, conocido como acetileno. El etino es gaseoso, altamente inflamable y es capaz de producir una llama con una de las temperaturas más altas, superior a los  $3000\text{ }^{\circ}\text{C}$ , por lo cual suele ser utilizado en los equipos de soldadura.

En la molécula de etino, los dos átomos de carbono que la forman, se encuentran unidos entre sí por un enlace triple.

¿Cómo se hibrida el carbono para formar este tipo de enlace?

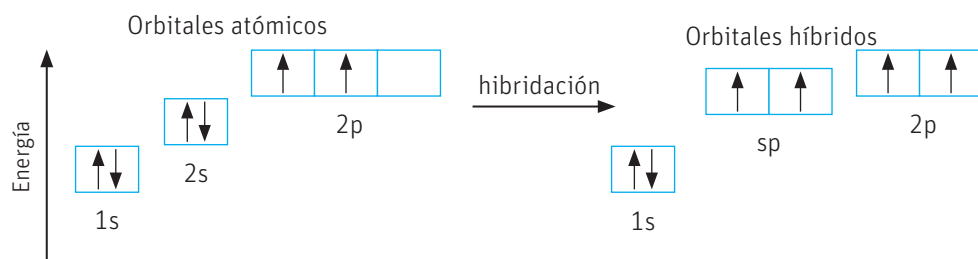


↑ Etino o acetileno.

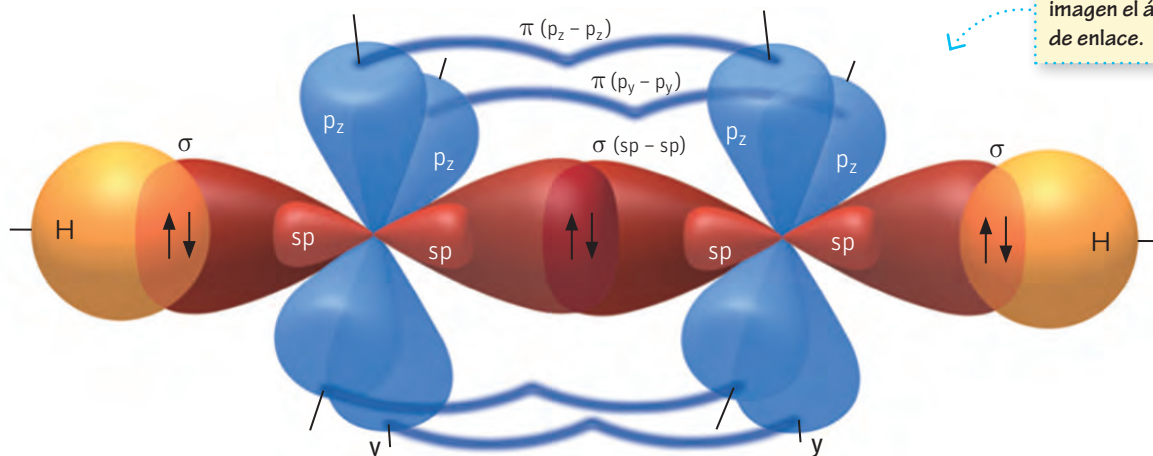
### CONECTANDO CON...

#### Las TICs

Ingresa el código 18TQ2M130A en la página web de tu texto. Allí encontraras un video que ilustra la hibridación  $sp$  del carbono.



El orbital  $s$  se combina entonces con un orbital  $p$  formando dos orbitales híbridos del tipo  $sp$ , quedando entonces dos orbitales  $p$  sin hibridar, como se muestra en la siguiente figura :



Marca en la imagen el ángulo de enlace.

↑ Hibridación y formación de enlaces del etino  $\text{HC}\equiv\text{CH}$ .  
Se forman dos orbitales híbridos  $sp$  y quedan sin hibridar dos orbitales  $p$ .

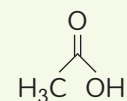
¿Cómo se forma entonces un enlace triple entre dos átomos de carbono?

Cada átomo de carbono aporta un orbital híbrido  $sp$  para formar por solapamiento frontal un enlace  $\sigma$  y los dos orbitales  $p$  no hibridados se posicionan perpendicularmente y quedan paralelos a los orbitales  $p$  no hibridados del otro átomo de carbono, formando dos enlaces  $\pi$ .

De la misma forma que vimos anteriormente, los orbitales híbridos se posicionan de manera que se mantengan lo más alejados posibles entre ellos, haciendo que el átomo de carbono con hibridación  $sp$  tenga una geometría lineal, es decir un ángulo de enlace de  $180^{\circ}$ .

### Aplica

El átomo de carbono no es el único átomo que experimenta hibridación de sus orbitales. Si la estructura del ácido acético es:



¿Qué hibridación presentan cada uno de los átomos de oxígeno y el carbono al que están unidos?

## El átomo de carbono y sus propiedades especiales

El átomo de carbono, como ya hemos visto anteriormente, puede formar millones de compuestos diferentes debido a su tetravalencia, pero no es el átomo de carbono el único que posee tetravalencia, ¿qué hace especial al átomo de carbono?

Analicemos la tabla periódica y analicemos la distribución electrónica de los primero tres elementos del grupo 14:

13	14	15	
5 <b>B</b> Boro	6 <b>C</b> Carbono	7 <b>N</b> Nitrógeno	0
10.80, 10.83	12.00, 12.02	14.00, 14.01	15.00
13 <b>Al</b> Aluminio	14 <b>Si</b> Silicio	15 <b>P</b> Fósforo	16
26.98	28.08, 28.09	30.97	32.06
31 <b>Ga</b> Gallo	32 <b>Ge</b> Germanio	33 <b>As</b> Arsénico	34
69.72	72.63	74.92	78.97

Grupo 14	
Carbono	$1s^2 2s^2 2p^2$
Silicio	$1s^2 2s^2 2p^2 3s^2 3p^6 3s^2 3p^2$
Germanio	$1s^2 2s^2 2p^2 3s^2 3p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$

Analicemos los niveles de energía en que se encuentran los electrones de valencia de cada uno de estos átomos representados. En el caso del carbono, estos se encuentran en el segundo nivel de energía, en el silicio en el tercero y en el germanio en el cuarto.

Esta observación nos indica que a medida que avanzamos en un grupo de la tabla periódica, los electrones de valencia se encuentran más alejados del núcleo y por ende son atraídos con menos fuerza. Es por eso que los enlaces que pueden formar con ellos mismos y con otros átomos serán enlaces más débiles y, por tanto, los compuestos formados serán reactivos, lo que se traduce en menor estabilidad química.

Esto no significa que el resto de los elementos del grupo 14 no sean capaces de enlazarse, pues en la corteza terrestre existen redes cristalinas de silicio muy similares a la estructura del diamante, pero no llegan a formar la diversidad de compuestos que puede formar el carbono.

### Aplica y desarrolla modelos

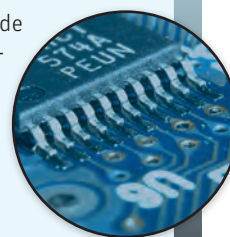
1. Modela, usando plastilina, los orbitales del átomo de silicio.
2. Aplicando los conocimientos que ya tienes, y apoyándote en la tabla periódica de la página 226, compara la longitud de un enlace C–C y un enlace C–Si.

### Muy interesante...

El primer circuito integrado —como se le decía a los chips de computador— era relativamente simple. Fue creado por un ingeniero llamado Jack Kilby de Texas Instruments y presentado el 12 de septiembre de 1958. Estaba hecho de germanio, un elemento semiconductor.

En cuestión de meses, un equipo de una compañía rival, Fairchild Electronics, liderado por Robert Noyce, creó un chip basado en silicio.

La industria entera de la computación moderna puede trazar su linaje hasta ese chip, aunque los modernos son millones de veces más complejos.



Fuente: Texto íntegro extraído de noticia dae BBC mundo. [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/08/140807\\_elementos\\_quimicos\\_silicio\\_finde\\_dv](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/08/140807_elementos_quimicos_silicio_finde_dv)

### Coevaluación

- Júntense en parejas y revisen en conjunto las actividades. Luego, comparen con otra pareja e intenten llegar a las respuestas correctas compartiendo conocimientos.

## Actividad

### Objetivo

Aplicar la teoría de la hibridación de los orbitales del carbono.

### Habilidades

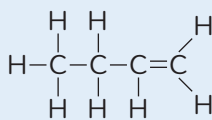
Analizar, aplicar, desarrollar modelos y crear.

### Actitudes

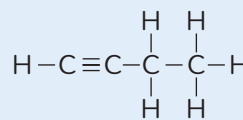
Pensamiento crítico.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?**

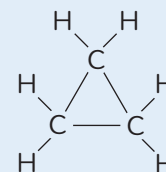
1. Analicen en parejas los enlaces químicos que poseen las siguientes moléculas:



**A**



**B**



**C**

- Clasifiquen cada átomo de carbono que compone cada una de las moléculas presentadas, según el tipo de hibridación que experimenta.
  - Mencionen en cada caso su geometría.
  - Usando plastilina, modelen los enlaces de las moléculas vistas en el texto y las de esta actividad teniendo en cuenta los orbitales híbridos. Muestren su modelo a sus compañeros y compañeras.
2. Confeccionen en sus cuadernos una tabla similar a la que se muestra y resuman en ella lo que saben sobre hibridación del átomo de carbono.

Orbitales híbridos resultantes	Tipo de hibridación	Ángulos de enlace	Geometría	Representación
2				
3				
4				

- Ya estudiaron las formas alotrópicas del carbono. Con lo que acaban de aprender, determinen la hibridación en el grafito y en el diamante y expliquen detalladamente.
- En el caso del grafito, ¿consideran que las hibridaciones de los átomos de carbono tienen alguna relación con que el grafito pueda ser usado para escribir? Investiguen y expliquen detalladamente, creando un modelo que respalde su propuesta.
- ¿Cuál de las actividades desarrolladas requirió la habilidad de aplicar? ¿Cuál es la diferencia entre analizar y aplicar?

## INDAGACIÓN Científica Transversal

Revisen su planificación de investigación en la página 112 y luego, contesten:

- Analicen los contenidos tratados hasta el momento y evalúen cuáles de ellos les podrán servir de apoyo para la investigación a realizar. Por ejemplo:
  - ¿Es el azúcar común un compuesto orgánico o inorgánico?
  - ¿Por cuáles átomos está formada el azúcar?
  - ¿Qué tipo de hibridación presentan los átomos de carbono que la forman?
  - ¿Son el resto de los átomos que forman el azúcar, capaces de formar orbitales híbridos? ¿Cuál de ellos? ¿Qué tipo de hibridación?
- Lean nuevamente las estrategias que se trazaron y analicen si alguna deberá ser modificada.

## Propiedades de los compuestos orgánicos

### Objetivo

Reconocer las diferencias entre las propiedades de los compuestos orgánicos e inorgánicos a partir de conocimientos previos no formales.

### Habilidades

Analizar, comparar, deducir y concluir.

### Actitudes

Curiosidad e interés por conocer y comprender los fenómenos del entorno.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos me ayudarán a realizar esta actividad?**

### Me preparo para aprender

1. Analiza las siguientes situaciones:



Plástico (material orgánico)

Cobre (material inorgánico)



Vidrio (material inorgánico)



Película de cine (material orgánico)

a. ¿Crees que en el cable eléctrico es posible invertir los materiales, es decir, que el material orgánico se encuentre al centro y el inorgánico por fuera? ¿Por qué?

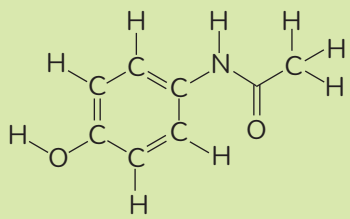
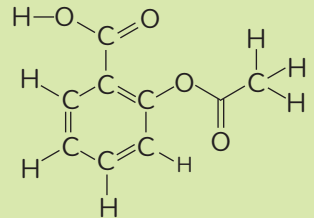
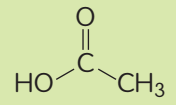
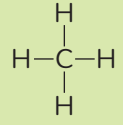
b. ¿Por qué consideras que la cocina fue fabricada con vidrio (material inorgánico) y no con el material orgánico con el cual se fabrica una película de cine?

c. Plantea una hipótesis relacionada con las propiedades de los compuestos orgánicos e inorgánicos que se evidencia en las situaciones propuestas.

2. ¿Por qué es importante la curiosidad en el desarrollo de la ciencia?

Los compuestos orgánicos no solo se diferencian de los compuestos inorgánicos por poseer una estructura basada en el átomo de carbono, sino que poseen propiedades físicas diferentes, como consecuencia de su naturaleza química.

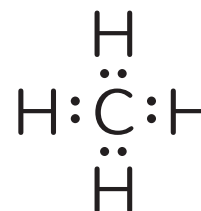
Veamos algunas diferencias entre los compuestos orgánicos e inorgánicos:

	Compuestos orgánicos		Compuestos inorgánicos	
	Característica	Ejemplos	Característica	Ejemplos
Fuentes	Pueden extraerse de fuentes naturales de origen vegetal o animal o sintetizarse en el laboratorio.	Hidrocarburos, que son compuestos orgánicos formados solo por carbono e hidrógeno; muchos de ellos se encuentran formando parte del petróleo.	Se encuentran en la naturaleza en forma de sales y óxidos.	Las rocas calizas están formadas mayoritariamente por carbonato de calcio (CaCO <sub>3</sub> ).
Átomos que los forman	Están compuestos principalmente por carbono e hidrógeno, aunque además pueden poseer otros átomos como oxígeno, nitrógeno y halógenos.	 <p>Paracetamol</p>	La mayoría de los compuestos inorgánicos no posee carbono y en ningún caso presentan enlaces carbono-hidrógeno.	Ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) Ácido clorhídrico (HCl) Amoníaco (NH <sub>3</sub> ) Cloruro de sodio (NaCl)
Tipo de enlace	Todos presentan enlace covalente.	 <p>Ácido acetil salicílico (enlace covalente)</p>	Presentan enlace iónico y covalente.	NaCl (enlace iónico) NH <sub>3</sub> (enlace covalente)
Temperaturas de fusión y ebullición	Bajas.	 <p>Ácido acético                      Temperatura de fusión: 17 °C                      Temperatura de ebullición: 118 °C</p>	Muy altas.	KCl Cloruro de potasio Temperatura de fusión: 776 °C Temperatura de ebullición: 1497 °C
Conductividad eléctrica	En su mayoría son pobres conductores de la corriente eléctrica.	 <p>Metano</p>	Buenos conductores eléctricos cuando están fundidos o en disolución.	NaCl Cloruro de sodio

## Polaridad de los compuestos orgánicos

El comportamiento de los compuestos químicos generalmente tiene su base en el tipo de enlace que mantiene unidos a sus átomos.

Ya conoces que el enlace covalente se caracteriza porque los átomos comparten sus electrones; si lo viéramos usando la estructura de Lewis sería como se muestra a la derecha.

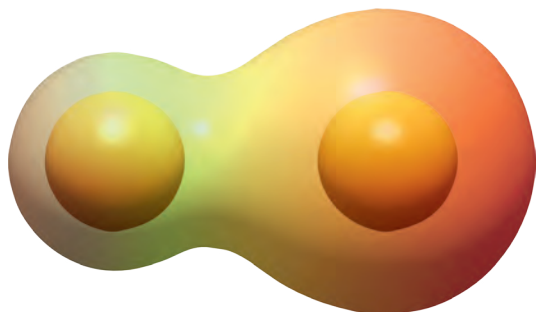


Pero, ¿al compartir los electrones serán atraídos con igual fuerza por ambos átomos? Cuando estudiaste las propiedades periódicas conociste la electronegatividad, que es justamente la medida de la capacidad de los átomos de atraer a los electrones compartidos en un enlace. De esta capacidad se deriva la polaridad del enlace químico y con ello la polaridad de la molécula.

### Enlace covalente polar

Uno de los átomos tiene más electronegatividad que el otro; los electrones compartidos estarán ligeramente desplazados hacia el átomo más electronegativo.

Mientras mayor sea la diferencia de electronegatividad entre los átomos (momento dipolar) mayor será la polaridad del enlace y como consecuencia mayor será la polaridad de la molécula.

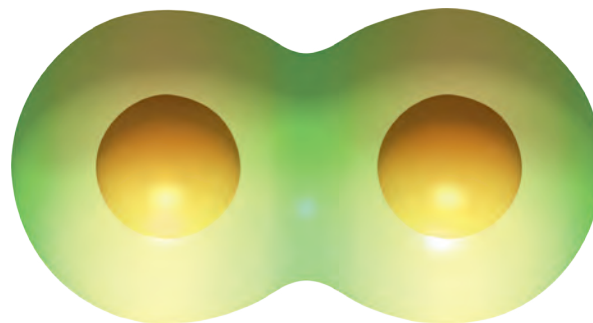


↑ Representación del desplazamiento de la nube de electrones en un enlace covalente polar.

### Enlace covalente apolar

Si los átomos que forman el enlace covalente tienen electronegatividades similares, la nube electrónica no se desplaza por ser atraída por fuerzas de magnitudes similares, y a esto se le conoce como enlace covalente apolar.

Mientras menor sea la diferencia de electronegatividad entre los átomos (momento dipolar) menor será la polaridad del enlace y menos polar será la molécula.



↑ Representación de la nube de electrones en un enlace covalente apolar.

Comparemos el tetracloruro de carbono y el cloroformo:

$\begin{array}{c} \text{Cl} \\   \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{Cl} \\   \\ \text{Cl} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{Cl} \\   \\ \text{Cl} \end{array}$
Tetracloruro de carbono	Cloroformo
<b>Momento dipolar</b>	
0	1,04

¿Cómo se explica que ambas moléculas presenten enlaces entre el carbono y el cloro (átomos con diferentes electronegatividades) y que el momento dipolar del tetracloruro de carbono sea tan inferior al del cloroformo?



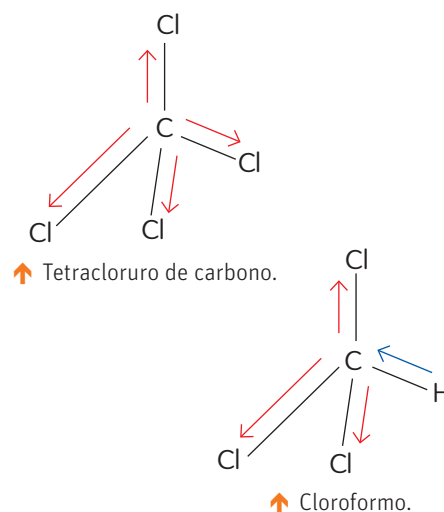
La polaridad de una molécula no solo está condicionada por la diferencia de electronegatividad que presentan los átomos enlazados (momento dipolar), sino que también está determinada por la forma en que los átomos se posicionan en el espacio, es decir, por su geometría.

Elemento	Electronegatividad	Elemento	Electronegatividad
C	2,5	F	4,0
H	2,2	Cl	3,2
O	3,4	Br	3,0
N	3,0	I	2,7

↑ Electronegatividad de algunos átomos comunes en los compuestos orgánicos.

Si dos enlaces con igual momento dipolar se orientan en la misma posición, pero en sentido contrario, el momento dipolar se anula y la molécula será apolar. Esto es justamente lo que ocurre en la molécula de tetracloruro de carbono. Cada uno de los enlaces C-Cl presenta un alto momento dipolar (alta diferencia entre las electronegatividades), pero como cada uno de estos enlaces está dirigido a los vértices del tetraedro que semeja la molécula, los momentos dipolares de los enlaces se anulan entre sí, consiguiendo que el momento dipolar neto de la molécula sea nulo y el tetracloruro de carbono sea una molécula apolar.

Todo lo contrario, ocurre con el cloroformo. Al presentar tres enlaces C-Cl y un enlace C-H, el momento dipolar no se anula, permitiendo que el cloroformo sea una molécula polar.



## Propiedades de los compuestos orgánicos que dependen de la naturaleza del enlace químico

### Solubilidad

La solubilidad es la medida de la capacidad que tiene una sustancia de disolverse en otra y esta capacidad de las moléculas también está relacionada con el enlace químico y con las fuerzas que se generan entre las moléculas (fuerzas intermoleculares).

La polaridad de una molécula es un factor importante en la solubilidad, pues por regla general lo semejante disuelve lo semejante, es decir, un compuesto polar será soluble en un compuesto polar y uno apolar en un compuesto apolar.

Compuesto	Momento dipolar (D)	Solubilidad en agua (compuesto polar)
Tetracloruro de carbono (apolar)	0	0,08 g en 0,1 L de agua
Hexano (apolar)	0	0,0061 g en 1L de agua
Ácido acético (polar)	1,74	Completamente soluble
Acetona (polar)	2,91	Completamente soluble

↑ Solubilidad en agua de compuestos orgánicos.

### Ciencia, tecnología y sociedad

La solubilidad de los compuestos orgánicos en agua está condicionada por la presencia de grupos polares que sean capaces de generar puentes de hidrógeno con el agua.

Los detergentes son moléculas que tienen una parte polar y una parte apolar. La parte polar forma puentes de hidrógeno con el agua y la parte apolar interactúa con las grasas (moléculas apolares), sirviendo como una especie de lazo que permite eliminar las grasas a pesar de que no sean solubles en agua.



## Temperaturas de fusión y ebullición

Las temperaturas de fusión y ebullición de un compuesto químico también están determinadas por el tipo de enlace químico que presenta la molécula.

Los compuestos inorgánicos en su mayoría exhiben enlace iónico y analizando los compuestos iónicos, se puede comprobar que sus temperaturas de fusión y ebullición son extremadamente altas; esto se debe a que los compuestos iónicos están unidos por fuerzas electrostáticas muy fuertes que propician la formación de redes cristalinas tan compactas que para romperlas es necesario administrar una gran cantidad de energía.

En el caso de los compuestos orgánicos, que en su mayoría presentan enlace covalente, estas fuerzas son mucho más débiles, por ende se pueden romper administrando mucha menos energía, lo que conlleva a temperaturas de fusión y ebullición mucho más bajas.

Enlace Iónicos			Enlace covalente		
Compuesto	T <sub>fus</sub> (°C)	T <sub>eb</sub> (°C)	Compuesto	T <sub>fus</sub> (°C)	T <sub>eb</sub> (°C)
Cloruro de calcio	772	1935	Metano	-98	65
Fluoruro de potasio	858	1505	Etanol	-114	78
Bromuro de litio	552	1265	Éter etílico	-116,3	34,6

↑ Temperaturas de fusión y ebullición de compuestos inorgánicos y orgánicos.

## Conductividad eléctrica

Los compuestos inorgánicos en su mayoría, por poseer enlace iónico, son buenos conductores de la corriente eléctrica cuando se encuentran en disolución o en estado fundido. Esto se debe a que, al estar formados por iones, poseen carga.

En el caso de los compuestos orgánicos, debido a la naturaleza del enlace covalente, no se ionizan en disolución, por ende, no conducen la corriente eléctrica. No obstante, en las últimas décadas, grupos de científicos han logrado preparar compuestos orgánicos, específicamente polímeros (moléculas de gran tamaño con una estructura basada en la repetición de una unidad monomérica), que son capaces de conducir la corriente eléctrica, independientemente del carácter covalente de sus enlaces.

### Científicas del siglo XXI

Los estudios para aprovechar de manera eficiente la energía solar, se continúan realizando en todo el mundo, a pesar de que a menudo encontremos paneles solares en nuestro entorno.

Las científicas Bárbara Loeb y María Angélica del Valle son dos profesoras de la Pontificia Universidad Católica de Chile que no regatean en esfuerzos para intentar mejorar la rentabilidad de las celdas solares. Barbara Loeb lo intenta a partir de la utilización de materiales inorgánicos mientras que María Angélica del Valle lo hace a través de materiales poliméricos de naturaleza orgánica y que tienen la capacidad de ser conductores.

Fuente: <http://investigacion.uc.cl/Investigacion-en-la-UC/la-fuerza-del-sol-concentrada-en-celdas.html>

## Actividad

### Objetivo

Identificar en la estructura de una molécula las características específicas que justifiquen sus propiedades.

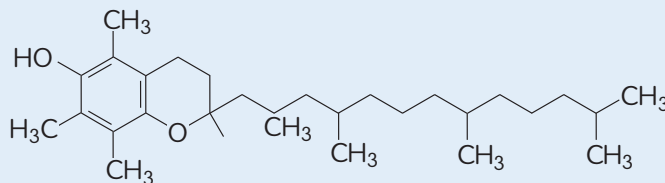
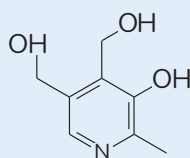
### Habilidades

Analizar, aplicar y concluir.

### Actitudes

Curiosidad e interés por conocer y comprender fenómenos del entorno.

1. Las vitaminas son compuestos orgánicos imprescindibles para la vida. La Vitamina B6 forma parte del conocido complejo B y es soluble en agua, mientras que la vitamina E no lo es. Identifica a qué vitamina corresponde cada una de las estructuras y explica por qué.



2. Explica cómo aplicaste las habilidades de analizar, aplicar y concluir.
3. ¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos te ayudaron a desarrollar esta actividad?

### Conocimientos:

- Conocer y modelar las características estructurales del carbono.
- Reconocer las propiedades de los compuestos orgánicos.

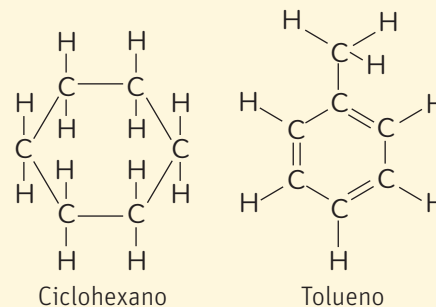
### Habilidades:

Reconocer, analizar, interpretar, aplicar, explicar, desarrollar modelos y crear.

### Actitudes:

- Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.
- Reconocimiento de la importancia del entorno natural y sus recursos.

1. El petróleo no es una sustancia química pura, es una mezcla de hidrocarburos en diferentes proporciones. El ciclohexano y el tolueno son dos hidrocarburos derivados del petróleo. Acerca de ellos responde:



### Interpreta y aplica

- a) ¿Crees que podrían clasificarse como alótopos de carbono? ¿Por qué?

---



---

### Reconoce, desarrolla modelos y crea

- b) En las dos moléculas anteriores señala los enlaces sigma en color azul y los enlaces pi en rojo. Modela ambos tipos de enlaces.

### Desarrolla modelos y crea

- c) Dibuja la formación de un enlace simple y uno doble a través de la teoría de la hibridación del átomo de carbono.

Enlace simple

Enlace doble

### Analiza y aplica

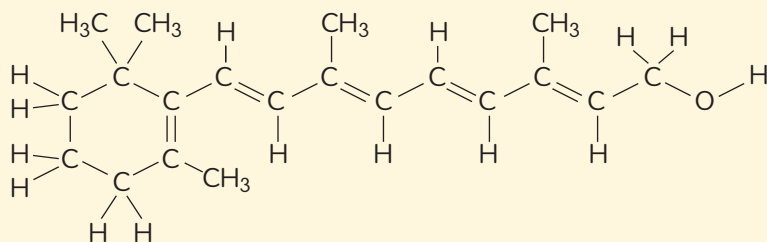
2. Normalmente en las cocinas domésticas la sal y el azúcar se encuentran en recipientes rotulados que indican el contenido. Si llegaras a tu casa y encontraras que los recipientes de sal y de azúcar no indican el contenido, ¿cómo podrías demostrar cuál es uno y cuál es otro sin necesidad de probarlos?

---

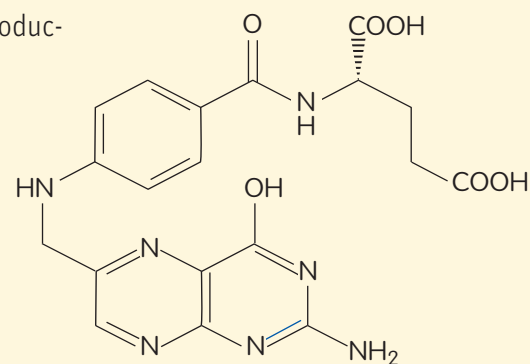


---

3. El retinol (vitamina A) y el ácido fólico (vitamina B9) son dos compuestos orgánicos necesarios para el buen funcionamiento del organismo humano. La vitamina A es necesaria para la producción de anticuerpos, el crecimiento óseo y la fertilidad, mientras que la vitamina B9 es importante en la producción y mantenimiento de las células nuevas.



Retinol



Ácido fólico

### Analiza y aplica

- a) Analiza la estructura de ambas vitaminas. ¿crees que son solubles en agua?, ¿por qué?

---



---

### Explica

- b) ¿Crees que alguna de ellas pueda ser buena conductora de la corriente eléctrica? ¿Por qué?

---



---



---

## Cómo vas?

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítems	Habilidades	Nivel de desempeño
Reconocí las características estructurales de las moléculas orgánicas.	1 a), b) y c)	Interpretar, aplicar, reconocer, modelar y crear	<input type="checkbox"/> L: 3 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 1 o 2 ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
Apliqué lo que aprendí sobre las propiedades de los compuestos orgánicos.	2 3 a) y b)	Analizar, aplicar y explicar	<input type="checkbox"/> L: 3 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 1 o 2 ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr			

### Autoevaluación

- De los conocimientos explicitados al inicio de la evaluación, ¿cuál te pareció más difícil? ¿Se te ocurre algún recurso que puedas utilizar para comprender mejor este tema?
- ¿Cuáles de las siguientes actitudes debes mejorar: esfuerzo, rigurosidad, perseverancia, respeto en el trabajo colaborativo, curiosidad e interés por conocer y comprender fenómenos del entorno o creatividad?, ¿por qué?
- Da un ejemplo de la siguiente secuencia de habilidades: observar - analizar - deducir - explicar - concluir.
- De 1 a 7, evalúa tu progreso respecto de la meta que te propusiste al inicio de la unidad.

# Clasificación de los compuestos orgánicos

## Objetivo

Deducir los diferentes aspectos a tener en cuenta para clasificar compuestos orgánicos.

## Habilidades

Analizar, comparar, deducir y concluir.

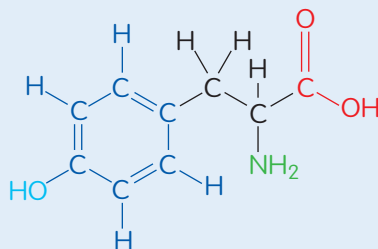
## Actitud

Pensamiento crítico.

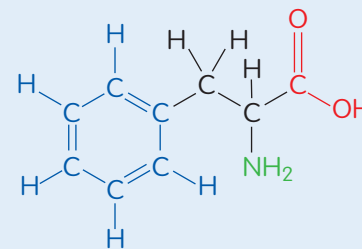
**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos me ayudarán a realizar esta actividad?**

## Me preparo para aprender

- Los aminoácidos son compuestos orgánicos imprescindibles para la vida. Algunos de ellos son sintetizados por el organismo (conocidos como no esenciales) como la tirosina y otros no, por ende, hay que tomarlos de otras fuentes naturales a través de la alimentación (conocidos como esenciales) como la fenilalanina.



Tirosina



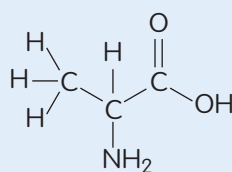
Fenilalanina

- Analiza detalladamente las estructuras de ambos aminoácidos y señala sus semejanzas y diferencias completando la siguiente tabla:

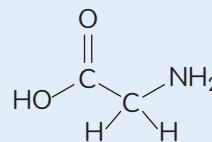
Aminoácido	Semejanzas	Diferencias
Tirosina		
Fenilalanina		

- ¿Cuál crees que es la razón por la que estas dos moléculas pertenecen a la misma familia de compuestos?

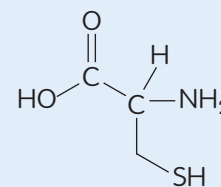
- Si supieras que la alanina, la glicina y la cisteína también son aminoácidos, es decir, que pertenecen a la misma familia de la tirosina y la fenilalanina, ¿mantendrías tu respuesta b)? En caso de cambiarla, redacta una nueva.



Alanina



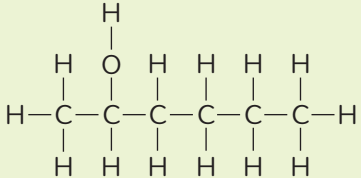
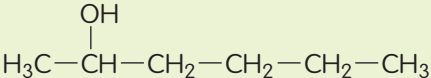
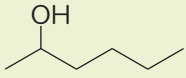
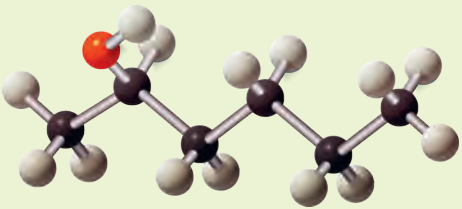
Glicina



Cisteína

- ¿En qué momento de la actividad aplicaste cada una de las habilidades: analizar, comparar, deducir y concluir?

Para poder clasificar los compuestos orgánicos, debemos conocer primero las diferentes formas en que es posible representarlos.

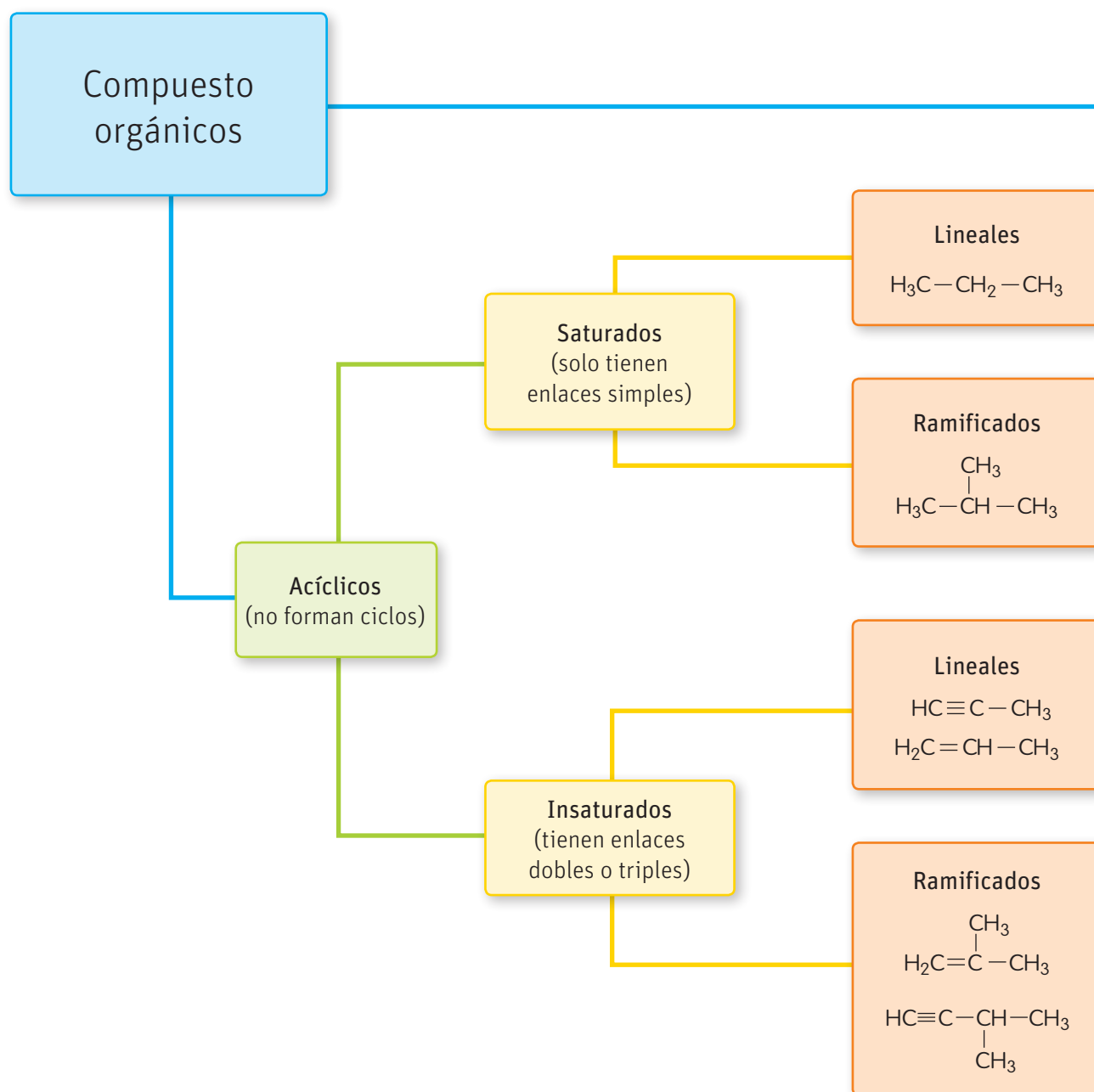
Tipo de fórmula	En qué consiste	Ejemplo
Fórmula molecular	Expresa el número real de átomos presentes en la molécula.	$C_6H_{14}O$ 2-hexanol
Fórmula estructural condensada	Se escriben todos los átomos que forman la molécula, pero no se muestran todos los enlaces, solo, eventualmente, los enlaces múltiples.	$CH_3CH_2(OH)CH_2CH_2CH_2CH_3$ o $CH_3CH_2OH(CH_2)_3CH_3$ 2-hexanol
Fórmula estructural expandida o desarrollada	Se colocan todos los átomos y enlaces que forman la molécula.	 2-hexanol
Fórmula estructural semidesarrollada	Esta fórmula es una optimización de la desarrollada donde no se representan los enlaces entre el hidrógeno y otros átomos.	 2-hexanol
Fórmula de líneas y ángulos o de esqueleto	Cada línea representa un enlace y los átomos de carbono están en los puntos donde dos líneas se encuentran o donde comienza o termina una línea. Los átomos de hidrógeno (cuando están unidos al carbono) no aparecen, pero el resto de los átomos sí.	 2-hexanol
Representación en esferas y varillas	Este es un modelo molecular que se utiliza para representar moléculas en las que se puede apreciar la posición tridimensional de los átomos y los enlaces. Los átomos son típicamente representados por esferas, conectadas por las barras que representan los enlaces. En esta representación se sigue la escala de colores CPK, donde cada átomo tiene asignado un color, por ejemplo, H es blanco, O es rojo, carbono es negro y N es azul.	 2-hexanol

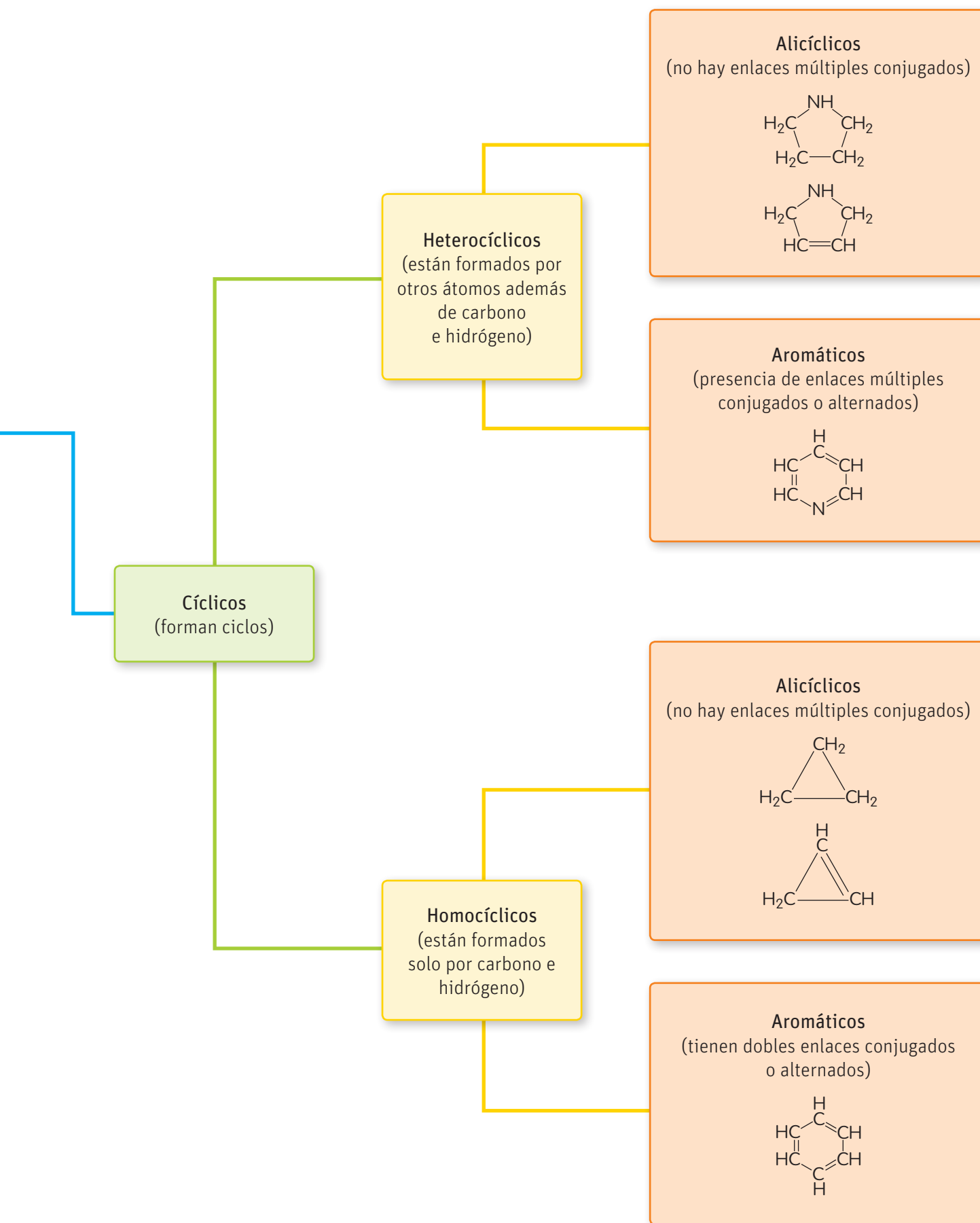
Los compuestos orgánicos se pueden clasificar atendiendo a dos criterios fundamentales:

- Estructura
- Grupos funcionales

## Clasificación de los compuestos orgánicos según su estructura

Los compuestos basados en el átomo de carbono suman más de 5 millones. Este número que, además, crece de manera vertiginosa, se debe a la versatilidad del átomo de carbono que le permite combinarse consigo mismo y con otros átomos. Estas estructuras pueden ser tan disímiles que ha dado lugar a que los compuestos orgánicos se clasifiquen atendiendo al tipo de estructuras que puede formar.







## Clasificación según su grupo funcional Nomenclatura

Un grupo funcional es un átomo o conjunto de átomos que caracteriza a una determinada familia de compuestos y determina sus propiedades químicas. Los grupos funcionales son los que rigen la nomenclatura química o la forma en que se nombran los compuestos orgánicos.

### Los hidrocarburos

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos que en su composición química solo poseen átomos de carbono e hidrógeno y se encuentran en la naturaleza formando parte del petróleo y el gas natural.

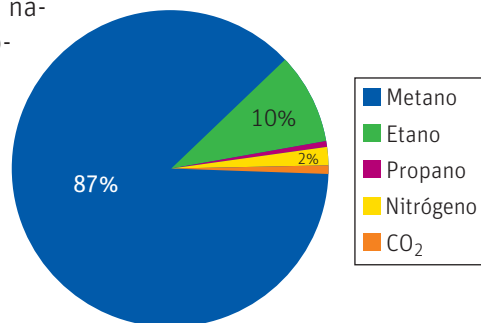
La palabra petróleo proviene del latín *petroleum*, que significa aceite de piedra. El petróleo, físicamente, es un líquido viscoso, de color oscuro y olor penetrante que además de los hidrocarburos, también está formado por sustancias químicas que contienen oxígeno, nitrógeno y azufre.

El petróleo no es un compuesto orgánico puro, sino que es una mezcla de muchos compuestos diferentes, en su gran mayoría, formados por carbono e hidrógeno, es decir, hidrocarburos, pero es importante reconocer que no contiene un solo tipo de hidrocarburos, sino hidrocarburos diferentes con estructuras y cantidad de átomos de carbono diferentes. En la siguiente tabla se muestran algunos derivados del petróleo relacionados con la cantidad de átomos de carbono que contienen las sustancias que lo forman.

Hidrocarburos presentes en el petróleo		
Fracción	Punto de ebullición (°C)	Número de carbonos
Gas	< 20	1-4
Gasolina	75-200	5-12
Keroseno	200-300	12-15
Diésel	300-400	15-18
Lubricantes	> 400	16-24
Asfalto	Residuos no volátiles	> 26

↑ Punto de ebullición y número de átomos de hidrocarburos presentes en el petróleo.

Durante el proceso de extracción del petróleo también se obtiene gas natural que es una mezcla (disolución gaseosa) formada por diferentes gases, en su mayoría metano, aunque también contiene otros compuestos gaseosos, cuya estructura se basa en el átomo de carbono como el etano, el propano y el dióxido de carbono.



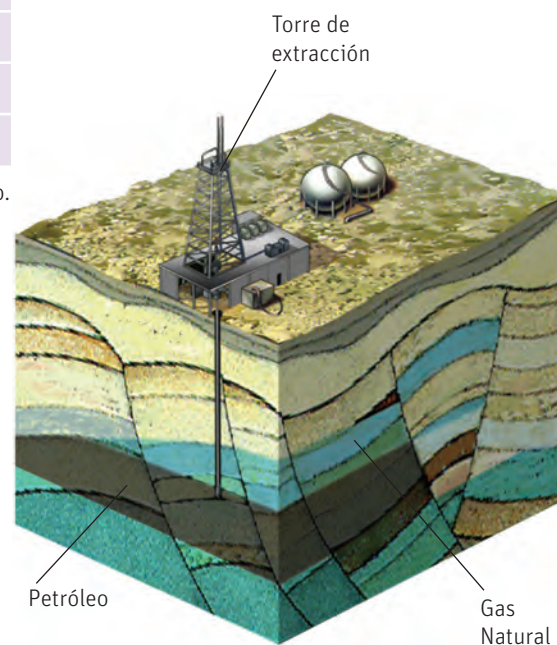
↑ Composición típica del Gas Natural de Camisea.

### Ciencia, tecnología y sociedad

El petróleo, debido a que es una mezcla de compuestos químicos de diferente naturaleza, es posible clasificarlo atendiendo a diversos aspectos, uno de ellos es la cantidad de azufre que presenta.

Cuando el petróleo contiene menos de un 0,5 % de azufre se conoce como **petróleo dulce** y cuando contiene al menos un 1 % se considera **petróleo agrio**.

Fuente: <http://www.biodisol.com>

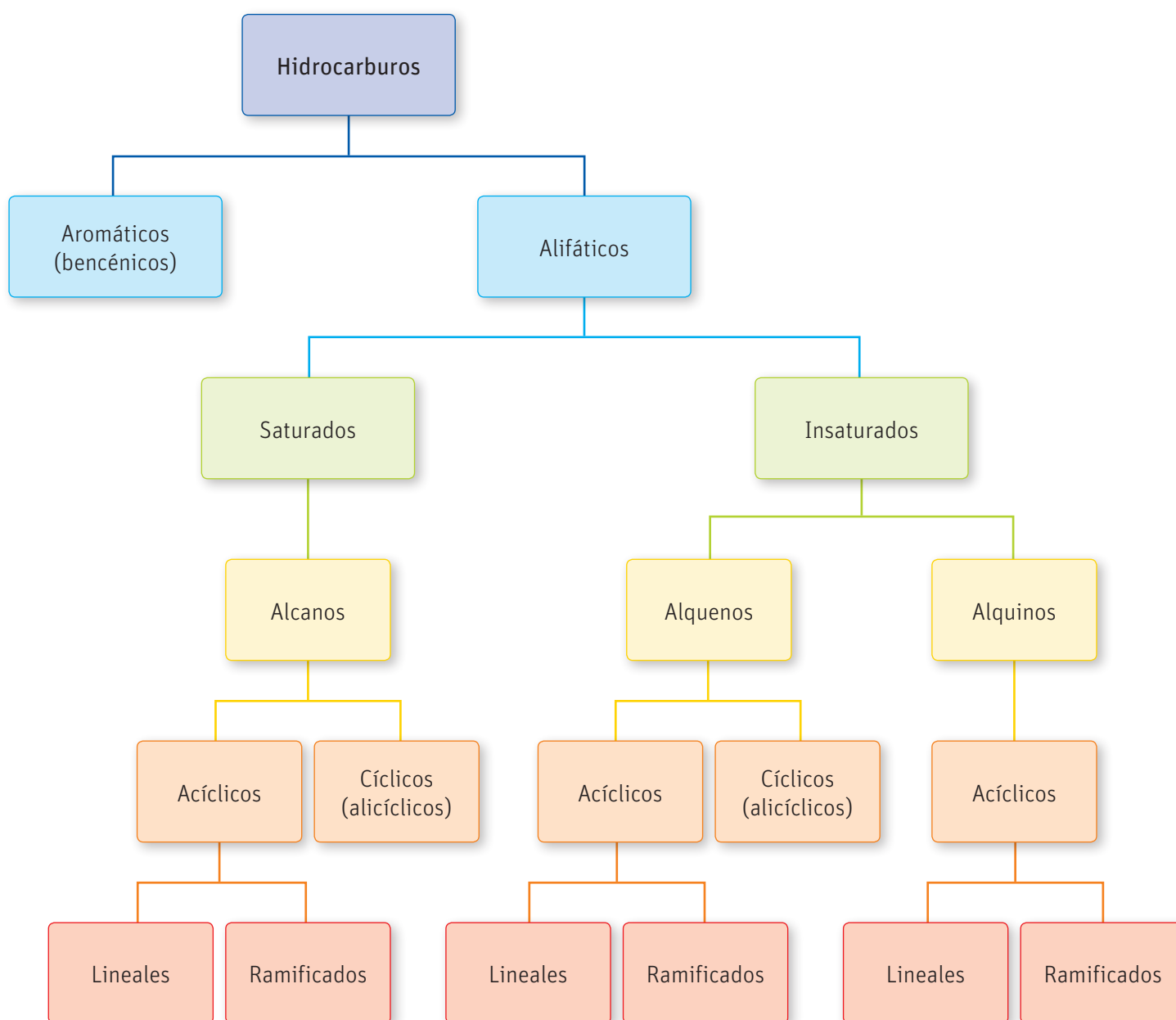


## Clasificación de los hidrocarburos

Si combinamos la clasificación de grupos funcionales con la estructural, podemos distinguir hidrocarburos alifáticos y aromáticos o bencénicos.

Los alifáticos, ya sea saturados o insaturados, pueden poseer una estructura de cadena abierta (acíclica) o cerrada (cíclica). Los hidrocarburos aromáticos o bencénicos siempre poseen una estructura de cadena cerrada (cíclica), formada por anillos que contienen dobles enlaces alternados.

Para tratar la nomenclatura, avanzaremos desde lo más simple a lo más complejo, por lo tanto, primero trataremos los alifáticos lineales y cíclicos-alicíclicos (tanto alcanos, alquenos como alquinos), luego veremos la nomenclatura de los alifáticos ramificados (alcanos, alquenos y alquinos), y, finalmente, trataremos la nomenclatura de los aromáticos o bencénicos.



## Hidrocarburos alifáticos lineales y cíclicos-alicíclicos

### Alcanos lineales y cíclicos (alicíclicos)

Los alcanos también son conocidos como parafinas y muchos de ellos se encuentran formando parte del petróleo y sus derivados. Los alcanos se caracterizan por ser saturados (todos los carbonos están unidos mediante enlaces simples, es decir, presentan hibridación  $sp^3$ ).

Para nombrar a los alcanos es necesario tener en cuenta dos aspectos importantes: en primer lugar, el número de átomos de carbono que lo componen y si su cadena es lineal, ramificada o cíclica.

También, para nombrar estos compuestos y en general todos los compuestos orgánicos, es imprescindible conocer que existen prefijos condicionados por el número de átomos de carbono y un sufijo que determina el grupo funcional o alguna característica general de la familia.

#### Muy interesante...

La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés), es la autoridad mundial en nomenclatura química, terminología (incluyendo el nombramiento de nuevos elementos en la tabla periódica), métodos estandarizados de medición, masas atómicas y muchos otros datos críticamente evaluados.

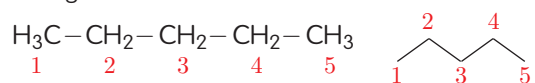
Alcanos lineales				
Átomos de carbono	Prefijo	Nombre del alcano	Fórmula estructural semidesarrollada	Fórmula de esqueleto
1	met-	metano	$CH_4$	
2	et-	etano	$H_3C-CH_3$	—
3	prop-	propano	$H_3C-CH_2-CH_3$	
4	but-	butano	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_3$	
5	pent-	pentano	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	
6	hex-	hexano	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	
7	hept-	heptano	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	
8	oct-	octano	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	
9	non-	nonano	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	
10	dec-	decano	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	

↑ Nomenclatura y ejemplos de alcanos lineales.

Si contamos los átomos de carbono e hidrógeno de cada uno de los alcanos representados, podríamos concluir que la fórmula general de la familia es  $C_nH_{2n+2}$

#### ¿Cómo nombrar los alcanos lineales?

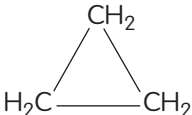
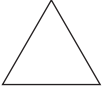
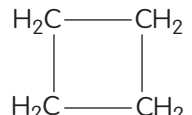
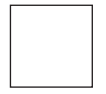
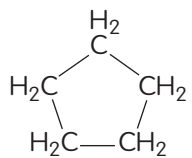
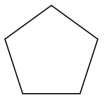
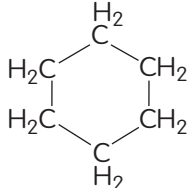
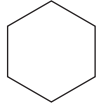
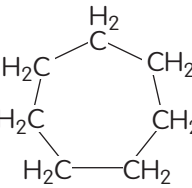
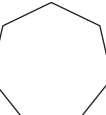
**Primero** Se tienen que numerar los átomos de carbono en la fórmula estructural escogida:



**Segundo** Se nombra el compuesto:

Como tiene cinco carbonos, el nombre será **pentano**.

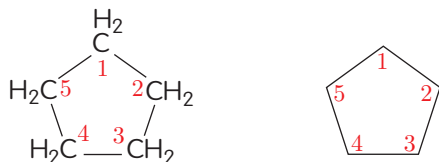
Los alcanos cíclicos (alicíclicos) se nombran anteponiendo la palabra **ciclo** al nombre del alcano lineal con el mismo número de átomos de carbono.

Alcanos lineales				
Átomos de carbono	Prefijo	Nombre del alcano	Fórmula estructural semidesarrollada	Fórmula de esqueleto
3	prop-	ciclopropano		
4	but-	ciclobutano		
5	pent-	ciclopentano		
6	hex-	ciclohexano		
7	hept-	cicloheptano		

↑ Nomenclatura y ejemplos de los alcanos cíclicos-alicíclicos.

#### ¿Cómo nombrar los alcanos cíclicos-alicíclicos?

**Primero** Se tienen que numerar los átomos de carbono en la fórmula estructural del alcano escogido:



**Segundo** Se determina si la estructura de esqueleto forma un ciclo:



**Tercero** Se nombra el compuesto:

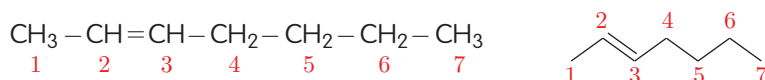
Como tiene cinco carbonos y la estructura forma un ciclo, el nombre será **ciclopentano**.

## Alquenos lineales y cíclicos (alíclicos), y alquinos lineales

Los alquenos y los alquinos se caracterizan por poseer doble y triple enlace carbono-carbono, respectivamente. Para nombrar a estas dos familias de compuestos hay que tener en cuenta la posición del enlace múltiple.

### ¿Cómo nombrar los alquenos y alquinos lineales?

**Primero** Se numeran los átomos de carbono en la fórmula estructural del compuesto escogido. Se debe comenzar por el extremo donde el doble enlace quede con la menor numeración.








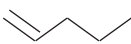
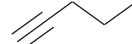
**Segundo** Se ubica en qué carbono está el doble o triple enlace.

En este caso el doble enlace está en el carbono 2.

**Tercero** Se nombra el compuesto:

Como tiene siete carbonos y el doble enlace está en el carbono 2, el nombre será **2-hepteno**.

Para los alquinos se sigue el mismo procedimiento que para los alquenos, cambiando solo la terminación (-eno para los alquenos e -ino para alquinos).

Alquenos y alquinos					
Átomos de carbono	Prefijo	Alquenos		Alquinos	
		Nombre del alqueno	Estructura de esqueleto del alqueno	Nombre del alquino	Estructura de esqueleto del alquino
		$C_nH_{2n}$		$C_nH_{2n-2}$	
2	et-	eteno		etino	
3	prop-	propeno		propino	
4	but-	1-buteno		1-butino	
5	pent-	1-penteno		1-pentino	

↑ Nomenclatura y ejemplos de alquenos y alquinos (hidrocarburos insaturados) que tienen el doble enlace en C1.

Los alquenos también pueden ser cíclicos; para nombrarlos se antepone la palabra ciclo al nombre del alqueno correspondiente.

## Actividad

### Objetivo

Nombrar hidrocarburos alifáticos cíclicos y lineales.

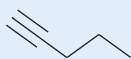
### Habilidades

Nombrar, aplicar y explicar.

### Actitud

Rigurosidad.

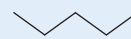
1. Nombra los siguientes hidrocarburos:



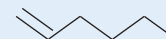
**A**



**B**



**C**



**D**

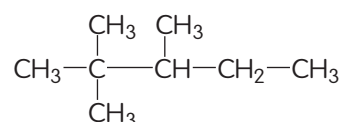
- a. ¿Crees que el compuesto A pueda formar un ciclo? Justifica tu respuesta apoyándote en lo que sabes de hibridación del átomo de carbono.

## Hidrocarburos ramificados

En las estaciones de servicio de gasolina podemos encontrar bencina de 93, 95 y 97. Este número significa el octanaje de la gasolina.

El número de octano expresa el valor antidetonante de la gasolina en una escala de 0 a 100, teniendo el n-heptano el valor de 0 y el iso-octano (2,2,4 trimetilpentano) el valor 100.

En la lección anterior estudiamos los alcanos y conocimos la estructura del heptano, consistente en una cadena lineal, saturada, con 7 átomos de carbono. Pero no todos los alcanos poseen una estructura lineal como la del heptano; existen muchos compuestos de esta familia que presentan cadenas laterales (o sustituyentes) como el 2,2,4 trimetilpentano cuya estructura es:



Para nombrar a los hidrocarburos ramificados (alcanos, alquenos y alquinos) es necesario tener en cuenta dos aspectos importantes: en primer lugar, el número de átomos de carbono que componen la cadena principal, la cantidad de ramificaciones que tiene y la forma en que se nombran las ramificaciones, es decir, los radicales o sustituyentes, de acuerdo a su cantidad de carbonos:

Metil $\text{CH}_3-$	Etil $\text{CH}_3-\text{CH}_2-$	Propil $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	Butil $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$
Isopropil $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagup \\ \text{CH} \\ \diagdown \\ \text{CH}_3 \end{array} -$	Isobutil $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagup \\ \text{CH} \\ \diagdown \\ \text{CH}_3 \end{array} - \text{CH}_2-$	Secbutil $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-$ $\quad \quad \quad  $ $\quad \quad \quad \text{CH}_3$	Terbutil $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$

↑ Las ramificaciones de una cadena lineal se denominan radicales o sustituyentes (R-). Para un sustituyente se utiliza la misma nomenclatura del hidrocarburo, solo se cambia el sufijo "ano" por "il" o "ilo".

## Alcanos, alquenos y alquinos ramificados

Mostraremos dos ejemplos, uno con fórmula estructural semidesarrollada y otro con fórmula de esqueleto:

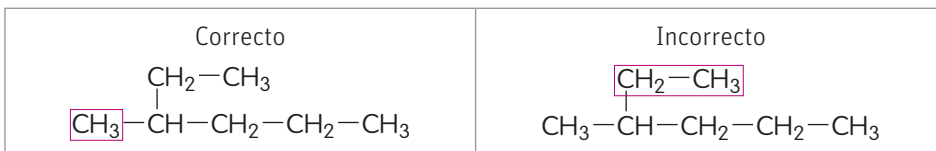
### Ejemplo 1: Fórmula estructural semidesarrollada

**Primero** Se elige la cadena principal, es decir, la que posee mayor cantidad de carbonos.

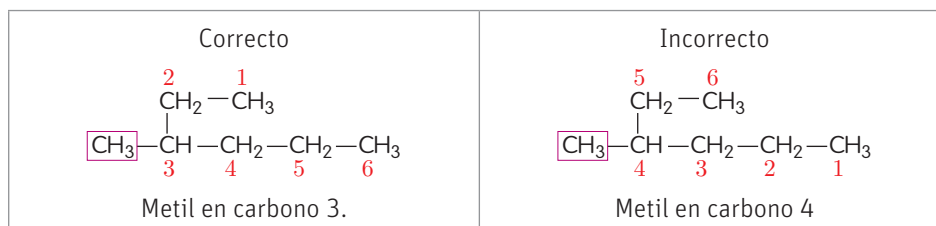
<p>Correcto</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Cadena principal: 6 carbonos</p>	<p>Incorrecto</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Cadena principal: 5 carbonos</p>
--	--

Si hay varias cadenas con igual longitud, se elige la que tenga mayor cantidad de sustituyentes.

**Segundo** Se marcan los radicales o sustituyentes



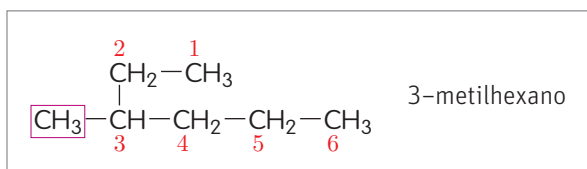
**Tercero** Se numera la cadena principal. Los sustituyentes deben presentar el menor valor.



**Cuarto** Se identifica en qué carbono se encuentra el sustituyente.

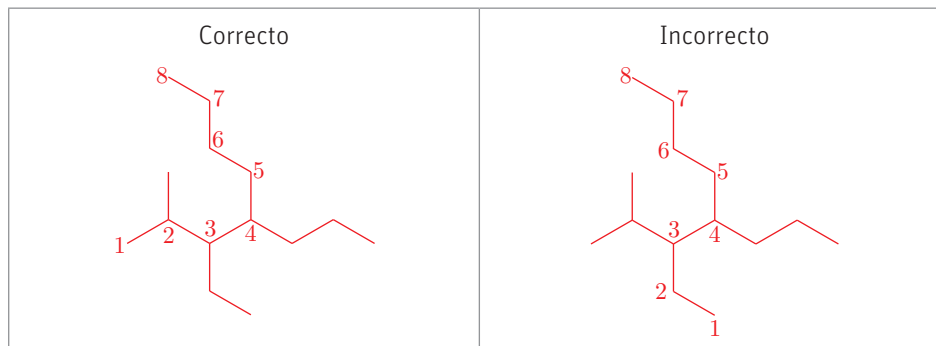
En este caso se encuentra en el carbono 3.

**Quinto** Se escribe el nombre del compuesto. Primero se nombran los sustituyentes por orden alfabético, indicando en qué carbono se encuentran; si hay varios iguales, se agrupan con los prefijos di, tri, tetra. Luego se nombra la cadena principal.

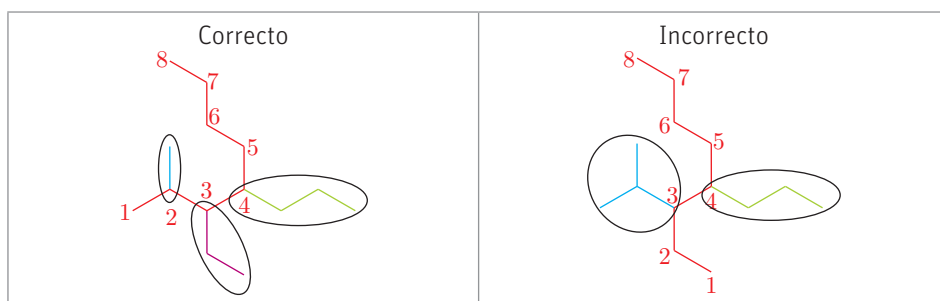


**Ejemplo 2: Fórmula estructural de esqueleto**

**Primero** Se identifica la cadena principal (la cadena más larga) y se numeran los átomos de carbono partiendo por el extremo más cercano a una ramificación. En caso que existan dos cadenas de igual tamaño, la cadena principal será la que presente mayor número de ramificaciones. Para numerar los átomos de carbono de la cadena principal de un hidrocarburo ramificado, es importante tener en cuenta que, como se muestra a continuación, esta no siempre se representa horizontalmente, así como las ramificaciones no siempre se representan verticalmente.



**Segundo** Se marcan los radicales o sustituyentes. Para destacar, en el ejemplo se ha hecho con colores diferentes



**Tercero** Se identifica en qué carbono se encuentra cada sustituyente.

En este caso se encuentran en los carbonos 2, 3 y 4.

**Cuarto** Se identifica el nombre de cada sustituyente según la cantidad de carbonos que posee.

En este caso, el que está en el carbono 2 de la cadena principal es metil, porque tiene 1 carbono; el que está en el carbono 3 de la cadena principal es etil, porque tiene dos carbonos; y el que está en el carbono 4 de la cadena principal es propil, porque tiene tres carbonos.

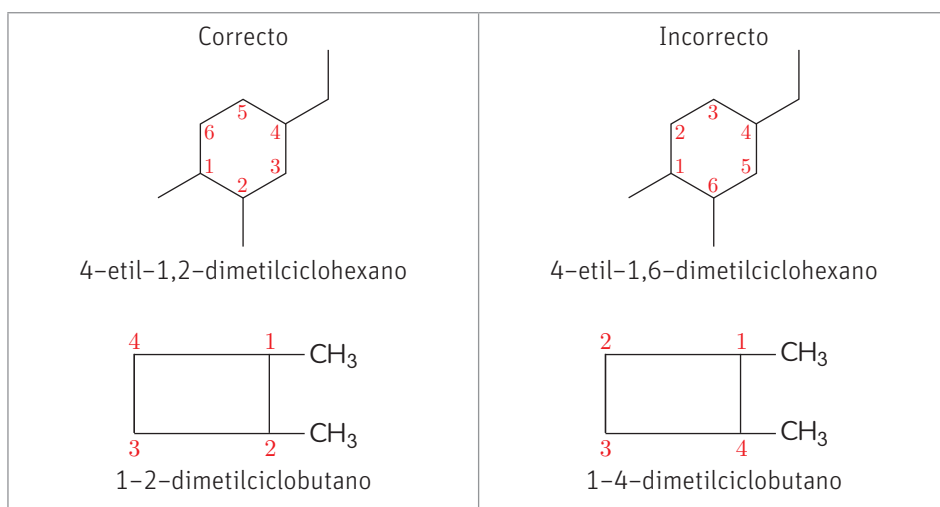
**Quinto** Se escribe el nombre del compuesto. Primero se nombran los sustituyentes por orden alfabético, indicando en qué carbono se encuentran; si hay varios iguales, se agrupan con los prefijos di, tri, tetra. Luego se nombra la cadena principal.

3-**etil**-2-**metil**-4-**propil**octano

En el caso de los alquenos y los alquinos, la cadena principal estaría determinada por la cadena más larga que contenga el doble o el triple enlace y el resto se nombra atendiendo a la regla descrita para los alcanos.

### Alcanos cíclicos (alíclicos) con ramificaciones

Cuando los alcanos cíclicos presentan ramificaciones, la cadena se numera teniendo en cuenta que los sustituyentes presenten los valores más bajos posibles. En caso de que exista empate, se comenzará a contar por el sustituyente que salga favorecido por el orden alfabético.





## Actividad

### Objetivos

Nombrar hidrocarburos alifáticos. Contruir la estructura de hidrocarburos a partir de su nombre.

### Habilidades

Aplicar, relacionar y crear.

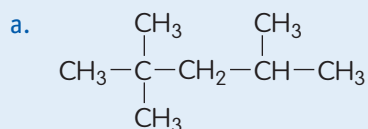
### Actitudes

Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.

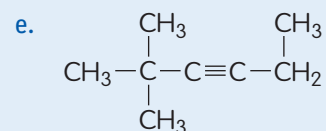
**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?**

Júntense en parejas y desarrollen las siguientes actividades:

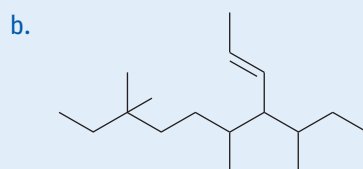
1. Siguiendo el procedimiento descrito, escriban el nombre de los siguientes hidrocarburos ramificados:



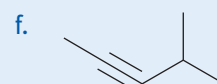
\_\_\_\_\_



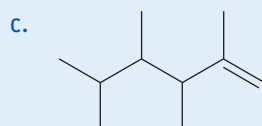
\_\_\_\_\_



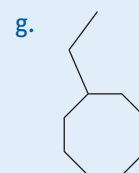
\_\_\_\_\_



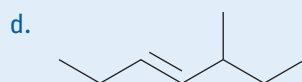
\_\_\_\_\_



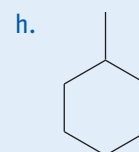
\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_

2. ¿Cuál es la estructura de las moléculas que se muestran a continuación? Escribanlas en cada caso como fórmula estructural semidesarrollada y como estructura de esqueleto. Auxíliense del taller de estrategias de la próxima página.

- 2-etil-3-metilciclopentano
- 1-etil-4-metil-2-propilciclohexano
- 2-etilcicloocteno
- 4,5-dimetilheptino

3. ¿Qué implica realizar un trabajo riguroso? ¿Creen que sin rigurosidad podrían nombrar los compuestos orgánicos?

## TALLER de estrategias

## Cómo determinar la fórmula de un compuesto orgánico a partir de su nombre

### Situación problema

¿Cuál es la fórmula semidesarrollada del compuesto 5-etil-7-metil-3-octino?

### Paso 1 Identifica las incógnitas

Para escribir la fórmula semidesarrollada del compuesto 5-etil-7-metil-3-octino, se debe desglosar en cada una de sus partes: la cadena principal y los sustituyentes.

### Paso 2 Registra los datos

Cada uno de los componentes del compuesto se obtiene del nombre de este:

Cadena principal: 3-octino.

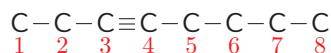
Sustituyentes: 5-etil y 7-metil.

### Paso 3 Utiliza modelos

Se obtiene la información que entrega el nombre del compuesto.

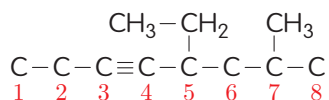
1. Cadena principal: 3-octino.

Se puede deducir que la cadena principal tiene ocho carbonos y que en el carbono 3 hay un triple enlace.



2. Sustituyentes: 5-etil y 7-metil.

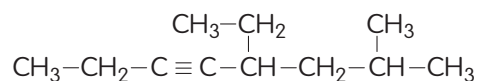
Indica que hay un etil en el carbono 5 y un metil en el carbono 7.



3. Finalmente, se completan los carbonos con los hidrógenos que faltan. No se debe olvidar que cada carbono puede tener como máximo cuatro enlaces.

### Paso 4 Responde

La fórmula semidesarrollada del compuesto 5-etil-7-metil-3-octino es:



### Aplica

1. Escribe la fórmula semidesarrollada de los siguientes compuestos:

- a. 4-etil-2-metilheptano      b. 3-etil-4-metil-3-hexeno      c. 3,4,5-trimetilheptano

## Hidrocarburos aromáticos o bencénicos

El máximo representante de los hidrocarburos aromáticos es el benceno que fue descubierto por Michael Faraday a partir de los hidrocarburos derivados del petróleo, en el año 1825. Posteriormente Mitscherlich lo obtuvo a partir del ácido benzoico y realizó los estudios necesarios para determinar que tenía fórmula molecular  $C_6H_6$ .

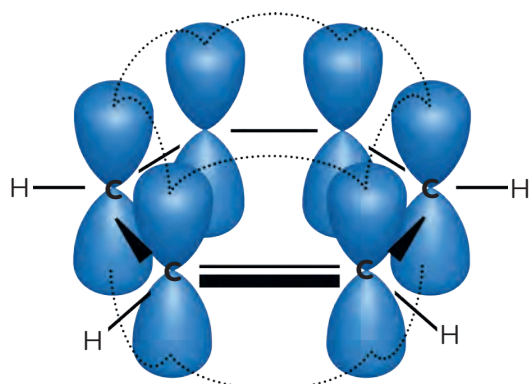
El primero en proponer la estructura del benceno fue August Kekulé en 1865, constituyendo este postulado un gran hito en el desarrollo de la ciencia.

¿Qué tiene de especial el benceno y el postulado de Kekulé?

El benceno tiene una estructura cíclica (o de anillo) y posee dobles enlaces conjugados (alternados). Esta estructura pudiera hacer pensar que estamos hablando de un cicloalqueno, pero sus propiedades son muy diferentes.

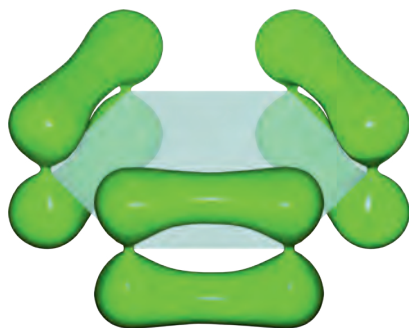
Analicemos qué pasa con el benceno retomando lo que sabes de la hibridación del átomo de carbono.

El benceno es un anillo plano formado por átomos de carbono con hibridación  $sp^2$ . En él el orbital  $p$  sin hibridar de cada átomo de carbono se posiciona perpendicular al anillo, quedando los seis orbitales  $p$  sin hibridar de los seis átomos de carbono paralelos entre sí y a la misma distancia uno de otro.



↑ Hibridación  $sp^2$  del benceno.

Debido a la peculiaridad de la estructura, los electrones no se desplazan solo entre dos orbitales  $p$  contiguos formando enlaces  $\pi$  ( $\pi$ ) localizados, sino que forman una nube de electrones que se mueven paralelos al anillo como en un espacio común formado por todos los orbitales  $p$ , lo que se conoce como enlace  $\pi$  deslocalizado o una deslocalización del enlace  $\pi$ . Algo similar a una dona.



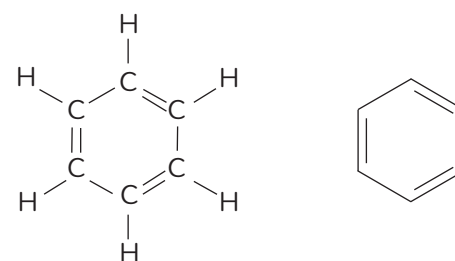
**A** Enlace  $\pi$  localizado.



**B** Enlace  $\pi$  localizado.



**C** Enlace  $\pi$  deslocalizado.



↑ Benceno.

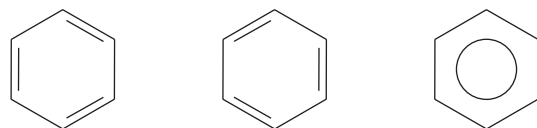
### Naturaleza de la ciencia

**“El conocimiento científico está sujeto a permanente revisión y a eventuales modificaciones de acuerdo a la evidencia disponible”.**

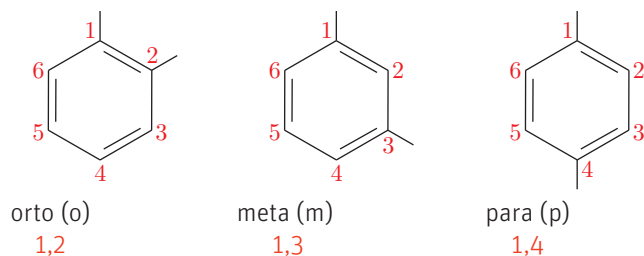
El benceno es el protagonista de una de las historias más singulares de la química. Ya se conocía el benceno... Faraday lo había descubierto y aislado en 1825, pero nadie había creado una teoría sobre su estructura y esto era algo que hacía pensar a August Kekulé. Fue así que un día, sentado en su estudio frente a la chimenea, se durmió y soñó con largas filas de átomos bailando como una serpiente. De pronto vio cómo la serpiente se mordía su propia cola. Este sueño le dio a Kekulé la pista para llegar a formular el anillo de benceno. La estructura descrita por Kekulé se mantuvo durante muchos años. La aceptada actualmente no es el producto de posteriores descubrimientos, sino que es una modificación consecuencia del posterior planteamiento del concepto de resonancia y de orbitales moleculares.

- Reconoce en el texto anterior las ideas que demuestran las modificaciones a que está expuesto el conocimiento científico gracias a la aparición de nuevas evidencias.

Es por esta razón que el benceno se puede representar de 3 formas diferentes:



En el caso de los hidrocarburos aromáticos la nomenclatura está definida por la posición de los radicales en el anillo, tratando que además a los sustituyentes les corresponda el numeral más bajo:



etilbenceno	1-etil-2-metilbenceno	1,3-dietilbenceno
	<i>o</i> -etilmetilbenceno Se lee: orto etilmetilbenceno	<i>m</i> -dietilbenceno Se lee: meta-etilmetilbenceno

## Actividad

### Objetivo

Nombrar hidrocarburos.

### Habilidades

Nombrar, investigar, desarrollar modelos y crear.

### Actitud

Pensamiento crítico.

Reúnanse en parejas y desarrollen las siguientes actividades:

- El naftaleno y el antraceno son dos compuestos de naturaleza aromática muy utilizados en la industria química, el primero para la manufactura del PVC (cloruro de polivinilo) y el segundo en la síntesis de colorantes.
  - Investiguen sobre la estructura y características de estas dos moléculas. Desarrollen un modelo que las represente teniendo en cuenta la hibridación que se presenta en el anillo aromático.
  - Dibujen en su cuaderno la estructura del benceno, el naftaleno y el antraceno. Coloquen a cada una de las moléculas dos grupos metilo en su estructura en la posición que quieran y nombrenlas. Compartan con sus compañeros y luego investiguen para determinar cuál es el nombre correcto según la posición de los metilos.
- Investiguen la razón por la que los compuestos aromáticos llevan este nombre. Registren las fechas relevantes que encuentren durante su investigación y enriquezcan la línea de tiempo que se encuentra en las páginas 118 y 119.
- ¿De qué forma los modelos les ayudan a comprender mejor?
- ¿Cómo aplicaron el pensamiento crítico en esta actividad?

## Compuestos con grupos funcionales oxigenados

### Alcoholes

El alcohol etílico es una sustancia orgánica que la podemos encontrar en nuestros hogares formando parte de los perfumes o colonias que usamos diariamente e incluso en nuestros botiquines para ser usados como desinfectante. Esta sustancia tan ampliamente conocida por todos se nombra químicamente como etanol y pertenece a la familia de los alcoholes.

Los alcoholes son compuestos oxigenados que contienen en su estructura al menos un grupo funcional **OH** (hidroxilo), con fórmula general **R-OH**. Los alcoholes se clasifican en dependencia del tipo de átomo de carbono al que el hidroxilo se encuentra unido.

Alcohol primario	Alcohol secundario	Alcohol terciario
El <b>OH</b> se une a un carbono primario	El <b>OH</b> se une a un carbono secundario	El <b>OH</b> se une a un carbono terciario
$\text{H-O-CH}_2\text{-R}$	$\text{H-O-CH(R)-R}$	$\text{H-O-C(R)(R)-R}$

#### NOTA

##### Tipos de átomos de carbono

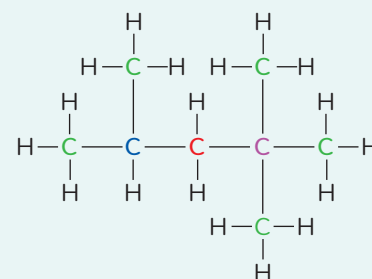
Los carbonos dentro de una cadena se pueden clasificar atendiendo a la cantidad de átomos de carbono a los que se encuentran enlazados.

Carbono primario

Carbono secundario

Carbono terciario

Carbono cuaternario



Nomenclatura de los alcoholes alifáticos		Nomenclatura de los fenoles	
Para los alcoholes alifáticos se siguen las mismas reglas que para los hidrocarburos, pero usando la terminación <b>ol</b> .		Para nombrar los fenoles sustituidos, primero se numera el anillo partiendo del carbono que está directamente enlazado al OH y luego se nombra el sustituyente y su posición con el sufijo fenol. Cuando hay más de un sustituyente, el anillo se numera partiendo del hidroxilo y en el sentido de la menor sumatoria de las posiciones, escribiéndose luego en orden alfabético. Si entre los sustituyentes del anillo hay más de un hidroxilo, se numeran agregando benceno como raíz y a la terminación ol se le agrega el prefijo de cantidad correspondiente.	
$\text{HO-CH}_3$ Metanol	 2,3-pentanodiol	 4-etil-2-metilfenol NO 4-etil-6-metilfenol	 1,2,4-benzenotriol NO 1,4,6-benzenotriol

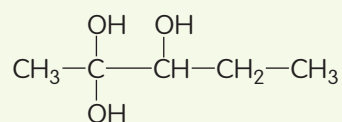
Los fenoles o hidroxibencenos son alcoholes de naturaleza aromática que son ampliamente utilizados en la industria, generalmente como desinfectantes, fungicidas y también como antisépticos.

En los fenoles, el hidroxilo se encuentra directamente unido a un benceno, como, por ejemplo, el fenol que es el representante más sencillo de esta familia.

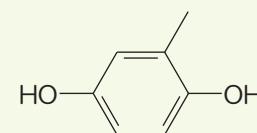
#### Aplica

Deduce el nombre de los siguientes compuestos químicos:

a.



b.

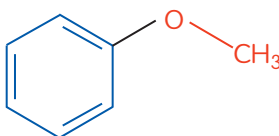


## Éteres

Los éteres son compuestos orgánicos conocidos desde la antigüedad, pues los médicos de la época usaban sustancias pertenecientes a esta familia (éter dietílico) como anestésicos, a falta de otras más efectivas como las que se conocen en la actualidad.

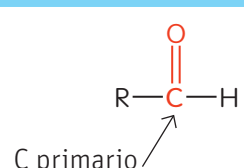
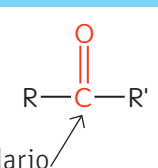
Los éteres son compuestos oxigenados con fórmula general  $R_1-O-R_2$ . Para nombrar los éteres se usa el sustituyente que presenta más átomos de carbono como cadena principal y el resto del éter como grupos alcoxi, usando el sufijo -oxi.

La nomenclatura tradicional nombra los grupos R como radicales por orden alfabético seguidos de la palabra éter.

$H_3C-CH_2-O-CH_3$ <p>Metoxietano o etil metil éter</p>	 <p>Metoxibenceno Fenil metil éter</p>
$H_3C-CH_2-O-CH_2-CH_2-CH_3$ <p>1-etoxipropano o etil propil éter (el grupo etoxi está en el carbono 1 del propano)</p>	

## Aldehídos y cetonas

Los aldehídos y las cetonas son compuestos orgánicos con grupos funcionales muy similares, ambos poseen en su estructura el **grupo carbonilo (C=O)** con la diferencia de que en los aldehídos esta función está en un carbono primario y en las cetonas en un carbono secundario.

Aldehído	Cetonas
	
Nomenclatura	
Se reemplaza la terminación de los hidrocarburos por la terminación <b>-al</b> .	Se reemplaza la terminación de los hidrocarburos por la terminación <b>-ona</b> , especificando la posición del carbonilo.

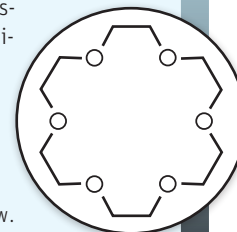
Los aldehídos y las cetonas son muy usados como disolventes, materias primas y como precursores de otros productos químicos. El formaldehído, también conocido como formol, se produce en grandes cantidades, siendo utilizado en su mayor parte para la producción de bakelita®.

### Muy interesante...

En 1967 Charles Pedersen, químico de la empresa DuPont, descubrió un método para sintetizar éteres cíclicos conocidos como éteres de corona, lo que le valió en 1987 el Premio Nobel de Química compartido con Donal J. Cram y Jean-Marie Lehn. Los éteres de corona presentan propiedades únicas e inesperadas y son capaces de coordinar los cationes de los elementos del Grupo 1 de la tabla periódica.

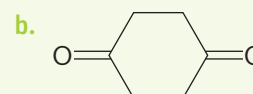
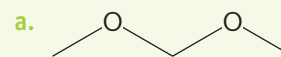
Este tipo de compuestos también son utilizados para eliminar elementos radiactivos a partir de los desechos de esta naturaleza.

Fuente: [http://www.biografiasyvidas.com/biografia/p/pedersen\\_charles.htm](http://www.biografiasyvidas.com/biografia/p/pedersen_charles.htm)



### Aplica

- En base a los conocimientos que tienes hasta el momento propón un posible nombre para cada uno de estos compuestos.



- Representa un compuesto químico que tenga dos grupos aldehído en su estructura e intenta nombrarlo.
- Investiga si los nombres que diste a los compuestos en la actividad 1 son correctos. Luego intenta resumir lo que aprendiste con esta actividad y con la breve investigación que realizaste.

Algunos ejemplos			
Aldehídos		Cetonas	
	Etanal		2-pentanona
	Butanal		4-metil-2-pentanona
	4,5-dimetilhexanal		2,5-dimetil-3-hexanona

## Ácidos carboxílicos

Los ácidos carboxílicos, algunos de ellos muy conocidos por su aplicación como conservantes en la industria alimenticia en la fabricación de quesos (ácido láctico) y en la conservación de alimentos (ácido fumárico), son compuestos orgánicos oxigenados que presentan como grupo funcional el **grupo carboxilo (R-COOH)**.

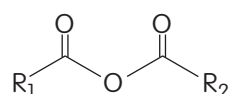
Para nombrar los ácidos carboxílicos se usa primero la palabra ácido y luego el nombre del alcano correspondiente con la terminación **oico**.

Ácido metanoico (ácido fórmico)	Ácido 3-etil-4-metilpentanoico	Ácido benzoico

## Anhídridos de ácidos

Cuando un ácido carboxílico se somete a una deshidratación se obtiene un compuesto orgánico llamado anhídrido de ácido.

Los anhídridos de ácidos tienen la forma:



Si los radicales  $R_1$  y  $R_2$  son iguales, se conocen como anhídridos simétricos y se nombran en dependencia del ácido carboxílico del cual provienen, reemplazando la palabra ácido por anhídrido y colocando el nombre del ácido determinado por la cadena carbonada.

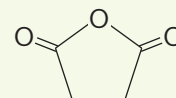
### Muy interesante...

El ácido fórmico o ácido metanoico, es un ácido carboxílico y el compuesto químico que inyectan las hormigas y las abejas al picar. De hecho, fue aislado por primera vez por el inglés John Ray, por destilación a partir de un gran número de hormigas rojas.



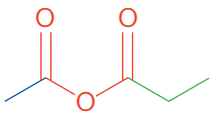
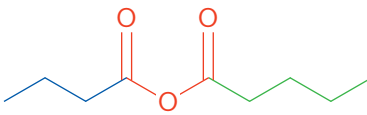
### Aplica y modela

- Existen otro tipo de anhídridos de ácido que tiene estructura cíclica como, por ejemplo:



- ¿Qué ácido carboxílico generará este anhídrido?
- Dibújalo.

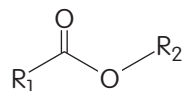
Cuando  $R_1$  es diferente de  $R_2$ , se nombran reemplazando la palabra ácido por anhídrido y colocando el nombre de los dos ácidos determinados por la cadena carbonada, en orden alfabético.

	
<b>Anhídrido etanoico propanoico</b> Se forma de una molécula de ácido etanoico y otra de ácido metanoico	<b>Anhídrido butanoico pentanoico</b> Se forma de una molécula de ácido butanoico y otra de ácido pentanoico

## Ésteres

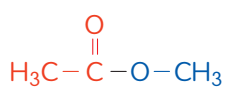
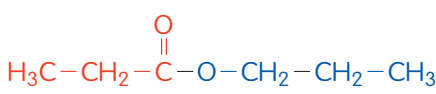
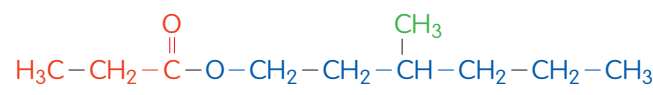
Los ésteres son compuestos orgánicos que al igual que los estudiados hasta el momento están presentes en la vida cotidiana. Las velas que soplamos en los cumpleaños y para las cenas románticas son ésteres.

Los ésteres se identifican por poseer un grupo funcional del tipo:



y se obtienen producto de la reacción de un alcohol y un ácido carboxílico, considerándose químicamente un derivado de estos últimos.

Para nombrar a los ésteres debemos tener en cuenta los dos grupos funcionales de los cuales derivan: la parte que viene del ácido carboxílico tendrá la terminación -ato y la que se deriva del alcohol, la terminación -ilo (siempre quedará como -ato de -ilo).

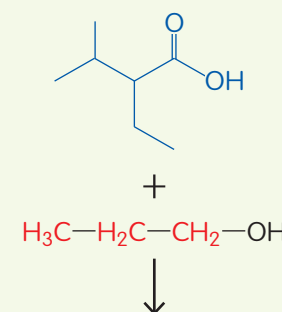
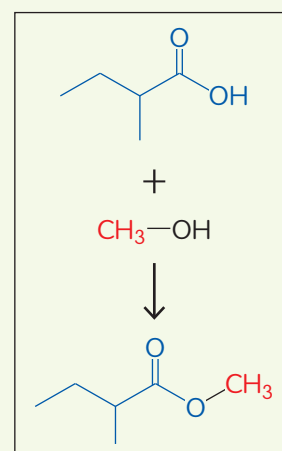
	
<b>Etanoato de metilo</b>	<b>Propanoato de propilo</b>
	
<b>Propanoato de 3-metilhexilo</b>	

### Resumen de compuestos oxigenados

Nombre de la familia	Grupo funcional	Nomenclatura
Alcoholes	$R_1-OH$	Terminación ol
Éteres	$R_1-O-R_2$	-oxi -ano
Aldehídos	$R_1-COH$	Terminación al
Cetonas	$R_1-CO-R_2$	Terminación ona
Ácidos carboxílicos	$R_1-COOH$	Terminación oico
Ésteres	$R_1-COO-R_2$	-ato de -ilo

### Aplica

- Los ácidos carboxílicos y los ésteres son compuestos orgánicos oxigenados, siendo los últimos compuestos derivados de los primeros, pues a través de una reacción de un ácido con un alcohol es posible obtener el éster correspondiente. Analiza el ejemplo y luego deduce la respuesta correcta del ejercicio. Nombra los ácidos carboxílicos precursores y los ésteres formados. Ejemplo:



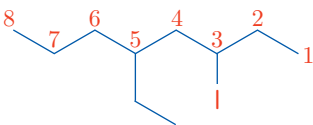
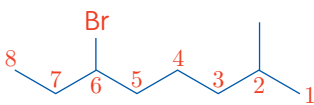
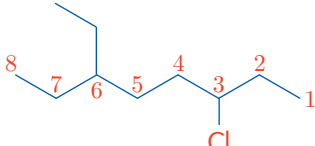


## Derivados halogenados (halogenuros)

Los derivados halogenados son compuestos con una estructura similar a la de los compuestos estudiados hasta el momento y que presentan uno o más átomos de halógeno (F, Br, Cl, I).

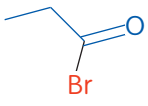
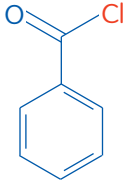
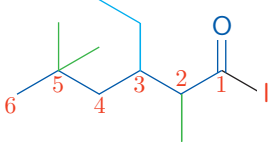
Para nombrar los compuestos halogenados derivados de los alcanos (halogenuros de alquilo), los halógenos se consideran como un sustituyente más sin prioridad alguna sobre el resto de los sustituyentes alquílicos. Se escribe la posición del halógeno al igual que el resto de los sustituyentes siguiendo las mismas reglas que para los alcanos ramificados (se comienza contando la cadena principal por el extremo más cercano a una ramificación) y se escriben en orden alfabético:

Ejemplo:

		
5-etil-3-yodooctano	6-bromo-2-metiloctano	3-cloro-6-etilhexano

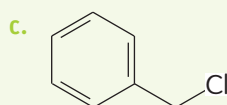
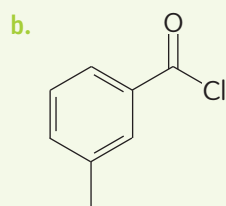
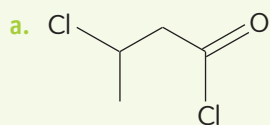
Los halogenuros también se pueden derivar de los ácidos carboxílicos y en estos casos se les conoce como halogenuros de acilo.

Para nombrarlos, se antepone el nombre del halógeno terminando en -uro de, y después la parte correspondiente al ácido, pero sustituyendo la terminación -ico del ácido por -ilo. La numeración también comienza por el carbonilo, el cual se encuentra siempre en un extremo de la cadena.

		
Bromuro de propanoilo	Cloruro de benzoilo	Yoduro de 3-etil-2,5,5-trimetilhexanoilo

### Aplica

- Postula un posible nombre para los compuestos propuestos. Luego, investiga si son correctos o no.



- Analiza las estructuras anteriores y confecciona una tabla donde registres semejanzas y diferencias entre ellas.
- Elabora una regla para nombrar A.

### Coevaluación

- Intercambien cuadernos con algún compañero o compañera y revisen y corrijan las actividades desarrolladas por el otro. Luego, indíquenle si logró o no cada una de las actividades y explíquenle por qué.
- Reúnanse con otra pareja del curso y comparen sus evaluaciones. Expliquen cuál es la respuesta correcta de cada actividad y por qué. Compartan sus conclusiones con el curso.

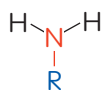
## Compuestos con grupos funcionales nitrogenados

Los compuestos orgánicos no solo están formados por átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno, sino también frecuentemente de nitrógeno. El ADN, donde se almacena la información genética de los seres vivos, está formado por bases nitrogenadas, las cuales deben su nombre a la presencia de nitrógeno en su estructura.

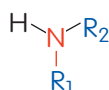
### Aminas

Las aminas son compuestos orgánicos derivados del amoníaco y cumplen muchas funciones en los organismos vivos. Debido a su gran actividad biológica, muchas de ellas son utilizadas como fármacos y son el contenido principal de numerosas investigaciones médicas.

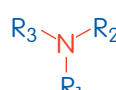
Las aminas, al igual que los alcoholes, se clasifican en primarias, secundarias y terciarias. Esta clasificación depende de la cantidad de carbonos a los que el nitrógeno se encuentra unido.



Amina primaria



Amina secundaria



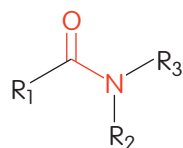
Amina terciaria

Para nombrar las aminas se indica como cadena principal la que tenga mayor número de átomos de carbono, reemplazando la terminación -o del alcano por la palabra -amina, especificando el número del carbono al que se encuentre unida. Para las aminas secundarias y terciarias, donde el nitrógeno está unido a uno o dos radicales alquílicos, además de su cadena principal respectivamente, se utiliza *N* y se señala el o los nombres de los radicales alquílicos en orden alfabético.

Etanamina	<i>N,N</i> -dimetiletanamina
<i>N</i> -etil- <i>N</i> -metil-1-propanamina	<i>N</i> -etil- <i>N</i> -metil-2-propanamina

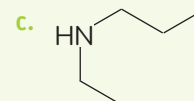
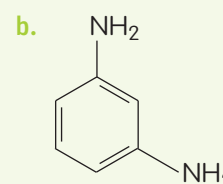
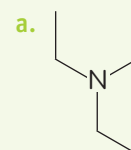
### Amidas

Las amidas son compuestos nitrogenados que se consideran derivados de los ácidos carboxílicos. Ellas se caracterizan por tener el grupo funcional:

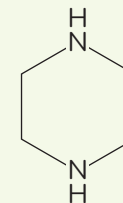
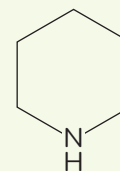
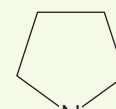


### Aplica

1. Nombra las siguientes moléculas:



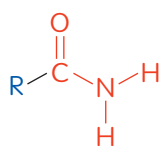
2. Los compuestos que se muestran a continuación se consideran heterociclos, pues cumplen con la característica de ser un compuesto cíclico con al menos un átomo que no sea carbono.



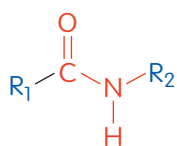
- ¿Crees que también sean aminas?
- Si tuvieras que clasificarlos como subgrupo de la familia de las aminas, ¿qué nombre le pondrías?

Las amidas también se encuentran formando parte de compuestos bioactivos utilizados como fármacos.

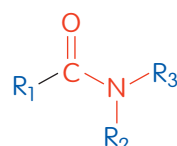
Las familias de las amidas, al igual que las aminas, también se pueden clasificar en primarias, secundarias y terciarias, atendiendo al mismo principio:



Amida primaria



Amida secundaria



Amida terciaria

Para nombrar las amidas primarias, se nombra la cadena carbonada, cambiando la letra -o del alcano por la terminación -amida. En el caso de las amidas secundarias y terciarias primero se nombran los radicales unidos al nitrógeno, colocando la letra *N* y luego se sigue como en las amidas primarias.

$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{C}-\text{H}_2\text{C}-\text{C}-\text{N}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\   \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Propanamida	<i>N</i> -etil-etanamida	<i>N</i> -etil- <i>N</i> -propiletanamida

## Nitrilos

Los nitrilos son compuestos nitrogenados que poseen como grupo funcional un grupo ciano ( $\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$ ) y se consideran derivados del cianuro de hidrógeno.

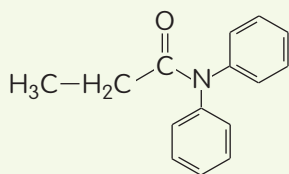
Los nitrilos se pueden nombrar escribiendo la cadena principal con terminación nitrilo.

$\text{H}_3\text{C}-\text{H}_2\text{C}-\text{C}\equiv\text{N}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{H}_2\text{C}-\text{C}\equiv\text{N} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{HC}-\text{HC}-\text{C}\equiv\text{N} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Propanonitrilo	2-metilpropanonitrilo	2,3-dimetilpentanonitrilo

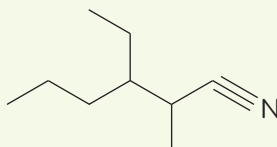
## Aplica

1. Apoyándote en lo que aprendiste, deduce el nombre de los siguientes compuestos:

a.



b.



### Coevaluación

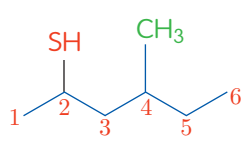
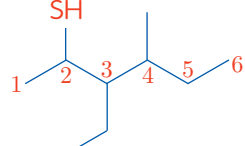
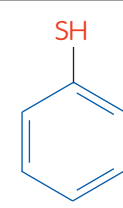
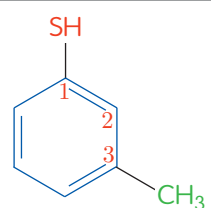
- Revisen y corrijan los ejercicios colectivamente. Un compañero o compañera pasará a la pizarra y lo resolverá, explicando por qué esa es la respuesta. Los demás podrán aceptar su explicación o refutarla, pero en ese caso, deberán argumentar.

## Compuestos orgánicos que contienen azufre

El azufre es un átomo que es posible encontrar en moléculas orgánicas formando diferentes familias de compuestos como los tioles y los sulfuros o tioéteres.

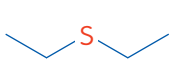

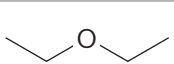
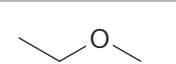
En los tioles, el grupo funcional es R-SH donde el SH es análogo del OH de los alcoholes.

Para nombrar los tioles se procede de manera similar a los alcoholes, tomando la cadena principal que contenga al radical -SH e indicando la posición del carbono al cual se encuentra enlazado, comenzando a contar por el extremo más cercano al grupo funcional. Finalmente se especifica el nombre del alcano del cual se deriva con terminación tiol.

 <p>4-metil-2-hexanotiol</p>	 <p>3-etil-4-metil-2-hexanotiol</p>
 <p>Bencenotiol</p>	 <p>3-metil-becenotiol</p>

Los éteres también tienen su análogo con azufre, donde el grupo funcional sulfuro ( $R_1-S-R_2$ ), reemplaza la función oxigenada ( $R_1-O-R_2$ ).

Para nombrar los tioéteres se siguen reglas similares a la que seguimos para nombrar los éteres, pero usando sulfuro en vez de éter. También es posible nombrarlos usando "sulfuro de" y luego el nombre de los grupos alquilo unidos al azufre.

Sulfuro	 <p>Dietil sulfuro Sulfuro de dietilo</p>	 <p>Etil metilsulfuro Sulfuro de etil metilo</p>
Éter	 <p>Dietil éter</p>	 <p>Etil metiléter</p>

## Compuestos polifuncionales

Una gran cantidad de compuestos orgánicos exhiben más de un grupo funcional y son conocidos como compuestos polifuncionales. Cuando un compuesto tiene dos o más grupos funcionales, su nombre base tendrá la terminación del grupo funcional de mayor prioridad y el otro grupo será un sustituyente.

### Ciencia, tecnología y sociedad

El caucho natural se aísla del látex, un líquido viscoso que se obtiene de una planta conocida como árbol del caucho y que es originaria de Sudamérica.

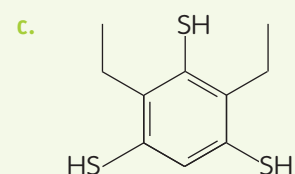
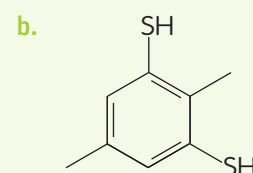
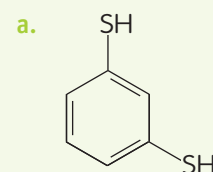
El caucho natural es una sustancia blanda. Se dice que en 1839 Charles Goodyear dejó caer accidentalmente una mezcla de caucho y azufre en una estufa caliente y el resultado fue sorprendente, el caucho se volvió muy resistente. Este proceso fue bautizado como vulcanización en honor al dios romano del fuego, Vulcano.

Durante la vulcanización, se produce el entrecruzamiento, a través de enlaces disulfuro ( $-S-S-$ ) de las cadenas poliméricas que forman el caucho, haciendo que el material cambie sus propiedades.



### Aplica

1. Nombra los siguientes compuestos:



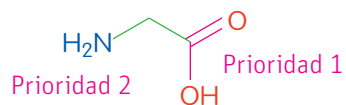
Prioridad de los grupos funcionales:

	Grupo	Sufijo	Nombre del grupo como sustituyente
1	Ácidos carboxílicos	-ico	carboxi-
2	Anhídrido de ácido	-ico	
3	Ésteres	-ato de alquilo	alcoxi-carbonil-
4	Halogenuros de ácido	halogenuro de -ilo	halogeno-alcanoil-
5	Amidas	-amida	carbamoil-
6	Nitrilos	-nitrilo	ciano-
7	Aldehídos	al	formil- (carbaldehído)
8	Cetonas	-ona	oxo-
9	Alcoholes	-ol	hidroxi-
10	Tioles	-tiol	mercapto-
11	Aminas	-amina	amino-
12	Éteres	éter	alcoxi-
13	Sulfuros	sulfuro	alquiltio-
14	Alquenos	-eno	alquencil-
15	Alquinos	-ino	alquinil-
16	Halogenuros		halógeno-
17	Nitro		nitro-
18	alcano	-ano	alquil-

Existen compuestos orgánicos tan complejos estructuralmente, que muchas veces nombrarlos se puede convertir en una tarea realmente complicada.

Los aminoácidos, que se consideran la base de todos los procesos vitales por su participación en los procesos metabólicos del organismo, son moléculas polifuncionales. ¿Cómo podríamos nombrar los aminoácidos?

Para nombrar el aminoácido conocido como glicina sigamos los siguientes pasos:



1. Identifica los grupos funcionales (amino y carboxi)
2. Establece las prioridades de los grupos.
3. Establece como nombre base el de mayor prioridad y luego el otro como sustituyente.

Ácido 2-aminoetanoico

### Aplica

- En colaboración con otro compañero investiguen sobre los aminoácidos y sus importantes funciones en el organismo. Encuentren la estructura de tres aminoácidos y nómbralos. Confeccionen papelógrafos para que expliquen al curso los pasos que siguieron para llegar al nombre químico de los tres aminoácidos seleccionados.

## Desarrollemos una feria de química

### Objetivo

Dar a conocer a la comunidad diferentes compuestos químicos a través de su clasificación en grupos funcionales, su representación y de su presencia en el mundo natural o de sus aplicaciones.

### Habilidades

Investigar, identificar, nombrar, desarrollar modelos, exponer y comunicar.

### Actitudes

Creatividad.  
Responsabilidad y respeto en el trabajo colaborativo.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?**

Organicen una feria de química. El objetivo de la feria es que puedan mostrarle al resto de los estudiantes del colegio algunos compuestos químicos que forman objetos o sustancias presentes en el entorno o en nuestra vida cotidiana.

Para preparar la feria sigamos los siguientes pasos:

1. Dividan al curso en equipos de 5 o 6 integrantes.
2. Cada equipo deberá elegir tres compuestos químicos de grupos funcionales diferentes que estén formando parte del entorno cercano o nuestra vida cotidiana.
3. Cada equipo deberá investigar sobre los compuestos químicos que eligieron.
4. Trabajando en equipo deberán preparar una ficha (tipo papelógrafo) por cada compuesto químico seleccionado.

Las fichas deberán contener lo siguiente:

- Nombre del compuesto.
  - Formas de representarlo.
  - Grupo funcional y tipos de átomos de carbono presentes en la molécula según su hibridación.
  - Presencia del compuesto seleccionado en el mundo natural y/o de sus aplicaciones prácticas en la vida cotidiana, las ciencias, la tecnología, etc.
5. Usando pelotas del plumavit y palos de brocheta, modelen por medio de la representación de pelotas y varillas las tres moléculas seleccionadas. Cuiden de respetar los colores según la escala CPK (ver página 212).
  6. Cada equipo deberá exponer a la comunidad estudiantil cada uno de los compuestos que investigaron, ampliando en forma oral la información que contiene la ficha. Para ello, prepararán un stand de presentación al que la comunidad podrá asistir durante los recreos.

Evalúen su trabajo grupal a partir de la siguiente pauta:

Criterios de coevaluación	PL	ML	L
Planificamos previamente el trabajo asignando tareas y tiempos.			
Investigamos sobre los compuestos en diferentes fuentes.			
Ordenamos la información, seleccionando aquella que era más importante.			
Nombramos a los compuestos correctamente.			
Representamos y modelamos los compuestos correctamente.			
Explicamos la clasificación de los compuestos entregando la información pertinente.			
Realizamos las tareas en los plazos requeridos.			
Actuamos constructivamente para afrontar los problemas que se generaron durante el trabajo del equipo.			
Trabajamos con rigor científico.			

PL = Por lograr; ML = Medianamente logrado; L = Logrado

## Identificación de diferentes tipos de alcoholes

### Materiales

- Balanza
- Tres tubos de ensayo
- Pipeta y propipeta
- Vaso de precipitado
- Gradilla
- Bagueta o varilla de vidrio
- Guantes
- Lentes de seguridad
- Delantal
- Baño de hielo
- Cronómetro

### Reactivos

- Cloruro de zinc anhidro
- Ácido clorhídrico concentrado
- Etanol
- 2-butanol
- 2-metil-2-propanol

### Medidas de seguridad

#### Manejo del ácido clorhídrico concentrado

- El ácido clorhídrico debe ser manipulado con cuidado extremo, ya que sus vapores son irritantes a los ojos y las mucosas. Es corrosivo de metales y tejidos.
- En caso de derrames, se debe ventilar el laboratorio y protegerse con el equipo de seguridad necesario. Posteriormente, se deberá diluir el ácido derramado, añadiendo agua y luego cubrirlo con bicarbonato de sodio, para neutralizarlo. Finalmente, se deberá barrer y asegurarse de que los residuos se hayan neutralizado antes de desechar al drenaje. Esto último se hace con ayuda de agua en abundancia.

Los alcoholes son compuestos orgánicos que se caracterizan por poseer uno o más grupos hidroxilo (OH). En dependencia de la naturaleza del átomo de carbono al que se encuentre unido el hidroxilo, los alcoholes se pueden clasificar en alcoholes primarios, secundarios o terciarios, pero también es posible que el hidroxilo se encuentre unido a un anillo aromático y entonces estamos en presencia de fenoles.

Los alcoholes, en dependencia de estas características estructurales, reaccionan de manera diferente en determinadas condiciones. El reactivo de Lucas es preparado en el laboratorio y se utiliza para identificar la naturaleza de los alcoholes, pues en presencia de alcoholes terciarios la reacción se observa de manera inmediata, un poco más lenta en presencia de alcoholes secundarios y en presencia de alcoholes primarios, no se aprecia reacción.

### Materiales



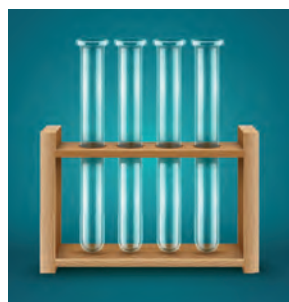
Tres tubos de ensayo



Pipeta y propipeta



Vaso de precipitado



Gradilla



Bagueta o varilla de vidrio

### Preparación del reactivo de Lucas

Disuelve 32 g de cloruro de zinc anhidro lentamente en un vaso de precipitado que contiene 20 mL de HCl. El vaso de precipitado que contiene el ácido concentrado debe estar colocado en un baño de hielo y en un lugar fresco a falta de una campana de extracción.

### Procedimiento

1. Coloca tres tubos de ensayo en la gradilla y rotúlalos según las instrucciones de tu profesor.
2. Usando la pipeta provista de propipeta, coloca una muestra de 1 mL de los alcoholes entregados por tu profesor, en un tubo de ensayo diferente.
3. Añade a cada tubo 3 mL de reactivo de Lucas y comienza a contar el tiempo con tu cronómetro.
4. Registra tus observaciones y el tiempo.

### Análisis de evidencias, conclusiones y comunicación de resultados

- a. ¿Qué observaste? ¿En qué tiempo ocurrió?

- b. Clasifica las tres muestras en alcohol primario, secundario o terciario y relaciónalo con el tiempo de reacción en cada caso.

- c. Expone las conclusiones de tu trabajo y comenten en clases.

- d. Investiga qué pasó entre los alcoholes y el reactivo de Lucas de manera que puedas justificar tus observaciones.

### Medidas de seguridad

- Cada estudiante deberá presentarse al laboratorio provisto de: delantal (completamente abotonado y con puños ajustados) y anteojos de seguridad.
- Todos los estudiantes deberán usar zapatos cerrados y los que tengan el pelo largo deberán mantenerlo atado detrás de la nuca durante la estancia en el laboratorio. En el laboratorio no está permitido comer ni beber.
- Los pasillos del laboratorio deben permanecer despejados, por lo que no se debe dejar ningún objeto en el suelo que pueda obstruir el paso.
- Todos los estudiantes deberán usar guantes para la realización de los procedimientos experimentales.

### Coevaluación

Marquen las actividades que sí realizaron:

- Primero reunimos los materiales y reactivos.
- Luego, leímos el procedimiento para comprenderlo.
- Llevamos a cabo el procedimiento, respetando las normas de seguridad.
- Ajustamos el procedimiento, según necesidades.
- Registramos las observaciones adecuadamente.
- Analizamos las evidencias y logramos clasificar las muestras de alcohol.
- Expusimos las conclusiones.
- Investigamos y logramos explicar las conclusiones.
- Nos organizamos y distribuimos las tareas, considerando las habilidades de cada uno.
- Trabajamos de manera responsable.



### Conocimientos:

- Representación de compuestos orgánicos.
- Identificación de grupos funcionales.

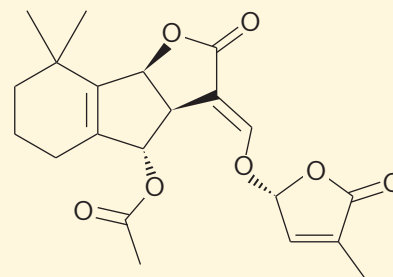
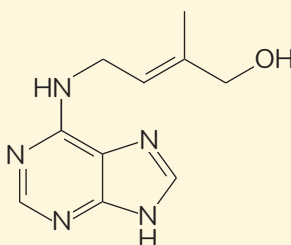
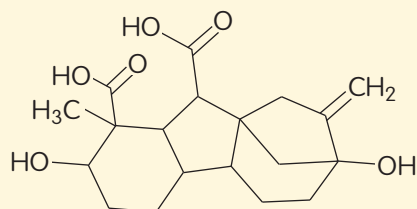
### Habilidades:

- Identificar, analizar, desarrollar modelos, crear, aplicar y nombrar.

### Actitudes:

- Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.
- Reconocimiento de la importancia del entorno natural y sus recursos.

1. Las fitohormonas, también conocidas como hormonas vegetales, son sustancias producidas por las plantas y son capaces de determinar procesos como la germinación y el crecimiento, así como la floración y la formación del fruto entre otras.



Las estructuras que se muestran pertenecen a tres tipos diferentes de fitohormonas. Sobre ellas:

#### Identifica

- a) Señala los grupos funcionales que reconozcas en las estructuras representadas y nómbralos.

---



---



---

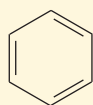


---

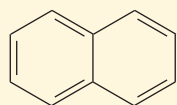
#### Analiza y desarrolla modelos

- b) Elige una de las fitohormonas y represéntala usando la estructura de Lewis.

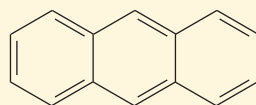
2. El benceno, el naftaleno y el antraceno son compuestos aromáticos. Los dos primeros se obtienen a partir del procesamiento del petróleo.



Benceno



Naftaleno



Antraceno

**Desarrolla modelos, crea, analiza y aplica**

a) Elige los materiales que consideres y modela los enlaces de estas tres moléculas. Analiza qué pasa con la nube de electrones del enlace pi a partir de tu modelo.

3. Analiza las moléculas representadas a la derecha y sobre ellas responde:

**Analiza, aplica y nombra**

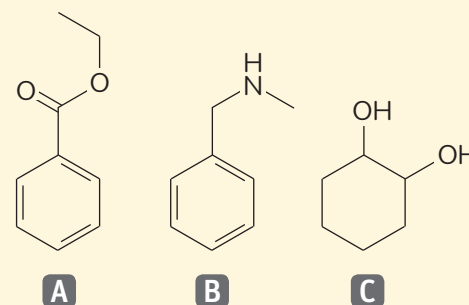
a) ¿Consideras que el compuesto A es un derivado del ácido benzoico? ¿Por qué? Nómbralo.

**Identifica y nombra**

b) Identifica según el grupo funcional a qué familias pertenecen los compuestos B y C. Nómbralos.

**Desarrolla modelos, crea, aplica y analiza**

c) Teniendo en cuenta la hibridación de los átomos de carbono del compuesto C y el ángulo de enlace que genera, crea un modelo con un material que satisfaga estas condiciones. ¿Es plana la molécula representada? ¿Por qué?

**Cómo terminas?**

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítems	Habilidades	Nivel de desempeño
Reconocí los grupos funcionales.	1 a) 3 a) y b)	Identificar, nombrar, analizar y aplicar	<input type="checkbox"/> L: 3 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 1 o 2 ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
Representé moléculas usando la estructura de Lewis.	1 b)	Analizar y desarrollar modelos	<input type="checkbox"/> L: ítem correcto. <input type="checkbox"/> ML: ítem parcialmente correcto. <input type="checkbox"/> PL: ítem incorrecto.
Creé modelos de compuestos aromáticos teniendo en cuenta su hibridación.	2	Desarrollar modelos, crear, analizar y aplicar	<input type="checkbox"/> L: ítem correcto. <input type="checkbox"/> ML: ítem parcialmente correcto. <input type="checkbox"/> PL: ítem incorrecto.
Creé el modelo de un anillo alifático y comprobé su geometría.	3 c)	Desarrollar modelos, crear, analizar y aplicar	<input type="checkbox"/> L: ítem correcto. <input type="checkbox"/> ML: ítem parcialmente correcto. <input type="checkbox"/> PL: ítem incorrecto.

L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr

**Autoevaluación**

- ¿Te resultaron complicados los conocimientos evaluados? ¿Cuál te costó más?
- ¿Qué estrategia te plantearías para resolverlo?
- Explica con tus palabras en qué consiste y cómo aplicaste las habilidades de nombrar y desarrollar modelos. ¿Hay alguna de ellas que debas reforzar?, ¿cómo?
- ¿Cómo fue tu desempeño en los trabajos grupales?, ¿consideraste la opinión y los aportes de los otros con respeto y empatía?
- ¿Lograste la meta que te propusiste en la página 115?, ¿han sido efectivas las estrategias que definiste al principio de la unidad?, ¿debes realizar cambios en tus estrategias?, ¿cuáles?
- Vuelve a contestar la encuesta de la página 117. ¿Ha cambiado tu nivel de compromiso con el cuidado de tu salud?

## ESTEREOQUÍMICA E ISOMERÍA

En esta lección reconocerás a las moléculas como entes tridimensionales, capaces de disponerse de una u otra forma en el espacio y verás la importancia que tiene esta disposición para nuestro entorno y para la vida en nuestro planeta. Aprenderás a identificar y desarrollar modelos para comprender su estructura tridimensional y para explicar su estereoquímica y su capacidad para formar diferentes isómeros.

## ACTIVA tus conocimientos previos

**Conocimientos:**

- Reconocer algunos grupos funcionales.
- Nombrar moléculas según su grupo funcional.
- Reconocer intuitivamente la existencia de isómeros de función.

**Habilidades:**

Identificar, analizar, aplicar, clasificar, desarrollar modelos y crear.

**Actitudes:**

- Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.
- Pensamiento crítico.

1. El butanol es un disolvente utilizado en un sinnúmero de procesos industriales de diferente naturaleza. Por ejemplo, es empleado como disolvente para pinturas, revestimientos y resinas, pero también se usa para extraer numerosos principios activos en la industria farmacéutica.

**Analiza y desarrolla modelos**

a) Representa la molécula de butanol según se indica en la tabla.

Fórmula molecular	Fórmula estructural condensada	Fórmula estructural expandida o fórmula desarrollada	Fórmula de líneas y ángulos o de esqueleto	Representación en esferas y varillas

**Analiza e identifica**

b) Señala en la fórmula de líneas y ángulos el átomo o conjunto de átomos que constituye el grupo funcional. ¿A qué familia pertenece?

---

**Analiza y aplica**

c) Suponiendo que la familia a la que pertenece el butanol es X, ¿qué tipo de X es el butanol? ¿Por qué?

---



---

**Analiza, aplica, desarrolla modelos y crea**

d) Analiza la fórmula molecular del butanol y dibuja, usando la fórmula de líneas y ángulos, cuatro moléculas que tengan su misma fórmula molecular y al menos dos de ellas que tengan un grupo funcional diferente del butanol.

--	--	--	--

**Identifica y clasifica**

e) Nombra cada uno de los compuestos que dibujaste, señala su grupo funcional y escribe a qué familia pertenecen.

---



---



---

**Identifica y crea**

f) ¿Qué hibridación presentan los átomos de carbono del butanol? Crea un modelo que la represente.

**¿Cómo empiezas?**

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítems	Habilidades	Nivel de desempeño
Representé moléculas.	a) y d)	Analizar, aplicar, desarrollar modelos y crear	<input type="checkbox"/> L: 8 o 9 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> ML: 1 a 7 respuestas correctas. <input type="checkbox"/> PL: ninguna respuesta correcta.
Relacioné el grupo funcional con la familia a la que pertenece una molécula.	b) y c)	Analizar, identificar y aplicar	<input type="checkbox"/> L: 2 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 1 ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
Nombré y clasifiqué moléculas a partir de su estructura.	e)	Identificar y clasificar	<input type="checkbox"/> L: ítem correcto. <input type="checkbox"/> ML: ítem parcialmente correcto. <input type="checkbox"/> PL: ítem incorrecto.
Identifiqué el tipo de hibridación y la modelé.	f)	Identificar y crear	<input type="checkbox"/> L: ítem correcto. <input type="checkbox"/> ML: ítem parcialmente correcto. <input type="checkbox"/> PL: ítem incorrecto.
L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr			

**Autoevaluación**

Marca con un ✓ las actividades que realizas para estudiar ciencias. Luego reúnanse en grupos y coméntenlas:

Al estudiar los contenidos:

- Formulo preguntas respecto de los temas que no comprendo.
- Subrayo.
- Hago resúmenes.
- Elaboro esquemas, mapas conceptuales o tablas.

Al desarrollar las actividades:

- Leo bien las instrucciones, intentando comprender qué habilidad está involucrada.
- Aplico métodos aprendidos de cálculo, modelamiento, investigación, etc. paso por paso.
- Releo los contenidos para aplicarlos correctamente.
- Reviso y corrijo, intentando llegar a la solución en forma perseverante.
- Replico lo que otros compañeros y compañeras hacen, cuando tengo dificultades.

# Línea de tiempo ESTEREOQUÍMICA



**Jean Baptiste Biot**  
(Francia)

comproba que existen determinadas sustancias que tienen la capacidad de desviar el plano de la luz polarizada.



**Friedrich Wöhler** (Alemania) y  
**Justus von Liebig** (Alemania)

llegan a la conclusión de que, a pesar de las diferencias entre ambos compuestos, el fulminato ( $\text{ONC}^-$ ) y el cianato ( $\text{OCN}^-$ ) de plata tenían la misma composición elemental.



**Jöns Jacob von Berzelius**  
(Suecia)

estudió un subproducto de la purificación del ácido tartárico al que llamó ácido racémico y concluyó que ambos compuestos tenían la misma fórmula general:  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ .



1815

Fin del Imperio de Napoleón en Francia.



1820-1830

Revoluciones liberales.



1831

Primera Revolución Industrial.



**Emil Fischer**  
(Alemania)

explicó la estereoquímica de los azúcares.

desarrolló una forma simbólica de dibujar los carbonos asimétricos en forma bidimensional, conocida como proyección Fisher.



**Walter Normann**  
(Reino Unido)

patentó un método para realizar la hidrogenación parcial de aceites vegetales insaturados, obteniendo las grasas *trans*.



1877

Segunda Revolución Industrial.



1891



1902

Imperialismo.

# E ISOMERÍA



**Louis Pasteur**  
(Francia)

separa por primera vez dos enantiómeros.



**Jacobus Henricus Van 't Hoff** (Países Bajos) y  
**Joseph Le Bel** (Países Bajos)

independientemente, explicaron los descubrimientos de Pasteur, colocando la estructura tetraédrica del carbono como el principal responsable del fenómeno del ácido tartárico y el ácido racémico.



**1848**

**Primera Revolución industrial.**  
**Movimiento Revolucionario en Europa.**



**1874**

**Segunda Revolución Industrial.**



**Alfred Werner**  
(Suiza)

aplicó la esteereoquímica a los compuestos de coordinación.



**Otto Wallach**  
(Alemania)

recibe el Premio Nobel de Química por sus investigaciones en el área de los terpenoides y sus aportes en el campo de la química orgánica e industrial de los perfumes y aceites esenciales.



**Paul Karrer**  
(Suiza)

determina la estructura del  $\beta$ -caroteno, precursor de la vitamina A, y miembro que da nombre a la familia de compuestos, y recibe el Premio Nobel de Química por sus estudios sobre las vitaminas.



**1910**

**Imperialismo**



**1930**

**La caída de la bolsa de Nueva York en 1929 se transforma en un fenómeno de alcances mundiales.**

**Dictadura de Stalin en Rusia y de Mussolini en Italia.**



**1937**

**Dictaduras de Stalin en Rusia, Mussolini en Italia y Hitler en Alemania.**

## Antecedentes históricos

### Objetivo

Deducir el objeto de estudio de la estereoquímica.

### Habilidades

Observar, analizar y deducir.

### Actitudes

Curiosidad e interés por conocer y comprender fenómenos del entorno.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos me ayudarán a realizar esta actividad?**

### Me preparo para aprender

1. Observa la sopa de palabras:

posición **dimensiones** **arquitectura**  
 representación **moléculas**  
**estructura** **simetría** **carbono**  
**asimetría** **hibridación** **espejo** **volumen** **estudio** **átomos**  
**construcción** **espacial** **propiedades** **orgánico**

- a. La imagen anterior está formada por palabras que se relacionan con la estereoquímica. Con ellas, usando la imaginación, plantea una hipótesis que defina el objeto de estudio de la estereoquímica.

Objeto de estudio de la estereoquímica (hipótesis)

- b. Luego de ver el contenido que se presenta a continuación, retoma la actividad, evalúa tu planteamiento y corrige el objeto de estudio

Objeto de estudio de la estereoquímica

2. Explica qué significa deducir y cómo aplicaste esta habilidad en la actividad anterior.

La materia está formada por moléculas y las moléculas, aunque no podamos verlas a simple vista, ni siquiera usando un microscopio, ocupan un volumen y adoptan determinadas posiciones en el espacio, que en muchos casos condicionan algunas de sus propiedades.

En 1815 se dan los primeros pasos en la historia de la estereoquímica, cuando el físico francés Jean Baptiste Biot comprueba que existen determinadas sustancias que tienen la capacidad de desviar el plano de la luz polarizada. Este descubrimiento fue un hito en la historia de la Química y la Física, pero no fue explicado hasta varios años después.



Jean Baptiste Biot. →

En la década del 1820, Friedrich Wöhler y Justus von Liebig, realizando estudios sobre el cianato de amonio y el fulminato de plata, respectivamente, llegaron a la conclusión de que, a pesar de las diferencias entre ambos compuestos, el fulminato ( $\text{ONC}^-$ ) y cianato ( $\text{OCN}^-$ ) de plata tenían la misma composición elemental.

Como consecuencia de este hallazgo, y luego de un prolongado análisis, Joseph-Louis Gay-Lussac



Friedrich Wöhler. →

escribe en *Annales de chimie et de physique*, que si tanto Wöhler como Liebig estaban en lo cierto, sería necesario, con objeto de explicar las diferencias entre ambos compuestos, admitir una forma diferente de combinación entre sus elementos. Estábamos en presencia del descubrimiento de los primeros isómeros.

← Justus von Liebig.

El 1831 el químico sueco Jöns Jacob von Berzelius estudió un subproducto de la purificación del ácido tartárico al que llamó ácido racémico y concluyó que ambos compuestos tenían la misma fórmula general  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ . Él no sospechó ningún otro tipo de relación entre ambos, pero sí estableció un término químico actualmente utilizado para definir compuestos que tienen la misma fórmula molecular, pero diferente conformación espacial: los isómeros.

Jöns Jacob von Berzelius. →

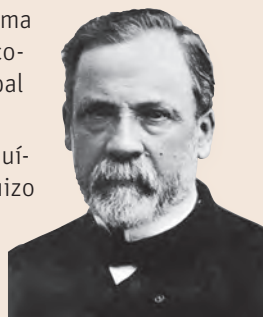


En 1848, el químico francés Louis Pasteur resuelve el misterio que envolvía al ácido tartárico. Apoyado en los estudios de Berzelius y las investigaciones de Biot, separa los cristales de las sales del ácido tartárico usando unas pinzas y luego de observarlos al microscopio, comprueba que había dos tipos de cristales, exactamente iguales, pero unos eran la imagen especular de otros, como el reflejo en un espejo. Además, uno de los dos tipos de cristales desviaba el plano de la luz polarizada a la izquierda y el otro hacia la derecha. Este descubrimiento y sus conclusiones se consideran el inicio de la estereoquímica y a Pasteur, el padre de esta rama de la química orgánica.

En 1874 Jacobus Henricus Van't Hoff y Joseph Le Bel, en forma independiente, explicaron los descubrimientos de Pasteur, colocando la estructura tetraédrica del carbono como el principal responsable de este fenómeno.

En 1877, tres años más tarde, Emil Fischer explicó la estereoquímica de los azúcares, y alrededor del año 1910 el químico suizo Alfred Werner aplicó la estereoquímica a los compuestos de coordinación.

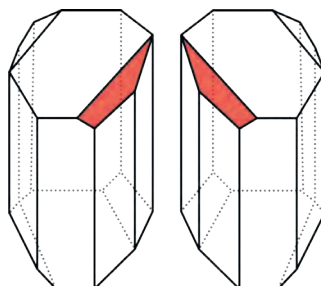
Louis Pasteur. →



### Naturaleza de la ciencia

“El conocimiento científico está sujeto a permanente revisión y a eventuales modificaciones de acuerdo a la evidencia disponible”.

- Comenten cómo este principio de la ciencia puede ser ejemplificado por medio del caso del ácido tartárico.



← Louis Pasteur pudo observar el ácido tartárico porque este se obtiene luego de la fermentación de la uva y se convierte en cristales en los corchos del vino. A la izquierda se observa una reproducción de los cristales gemelos.



# Isomería

## Objetivo

Deducir relaciones de isomería a partir del análisis de las moléculas.

## Habilidades

Analizar, usar modelos, relacionar y deducir.

## Actitudes

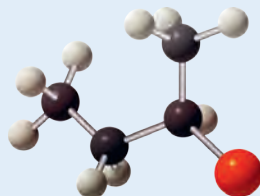
Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?**

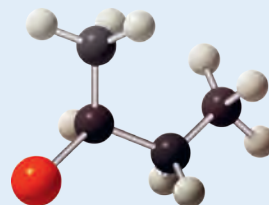
## Me preparo para aprender

1. Analicen en parejas los pares de compuestos que se muestran a continuación:

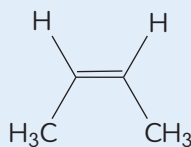
**A**



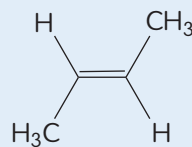
**B**



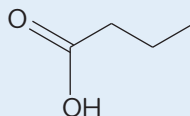
**C**



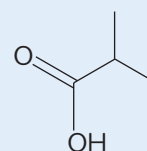
**D**



**E**



**F**



a. Escriban la fórmula molecular de los pares de compuestos representados:

**A**

\_\_\_\_\_

**B**

\_\_\_\_\_

**C**

\_\_\_\_\_

**D**

\_\_\_\_\_

**E**

\_\_\_\_\_

**F**

\_\_\_\_\_

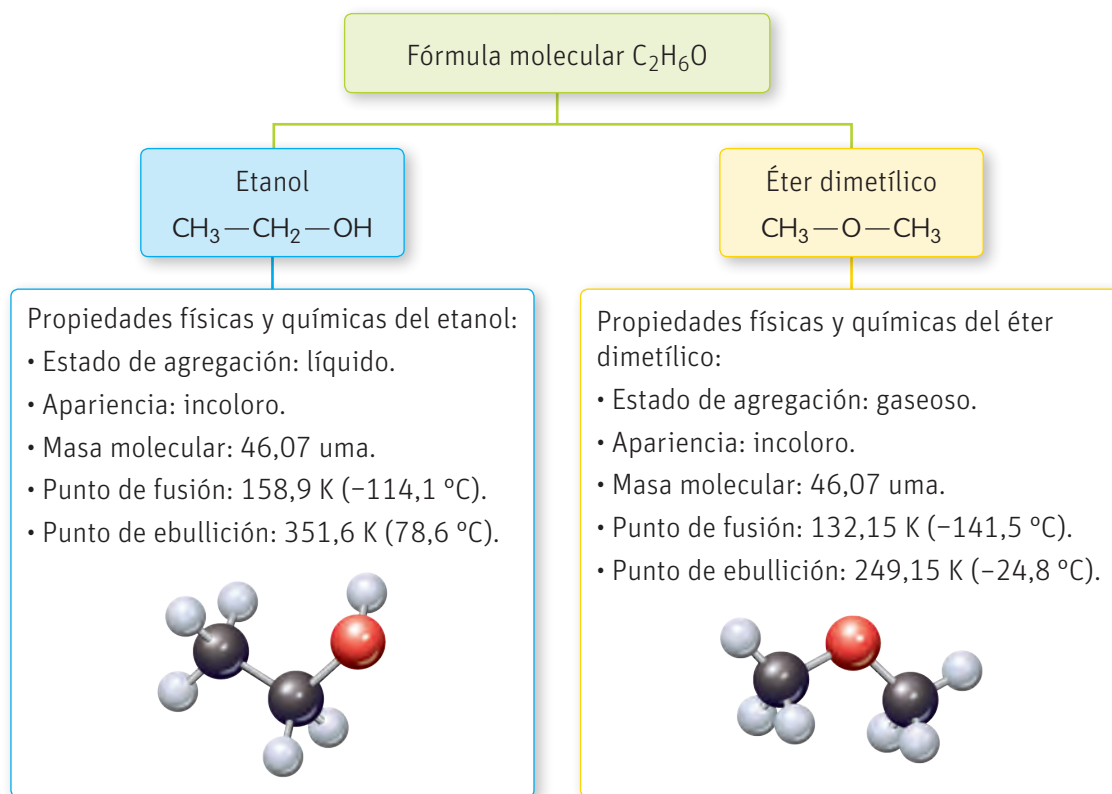
b. Basados en las fórmulas moleculares anteriores y las estructuras de los compuestos, ¿consideran que A = B, C = D y E = F? Fundamenten su respuesta.

2. Reflexionen y comenten: ¿por qué es importante aprender a interpretar modelos (distintos tipos de fórmulas y representaciones) y a representar a través de ellos los nuevos conocimientos que adquieren?

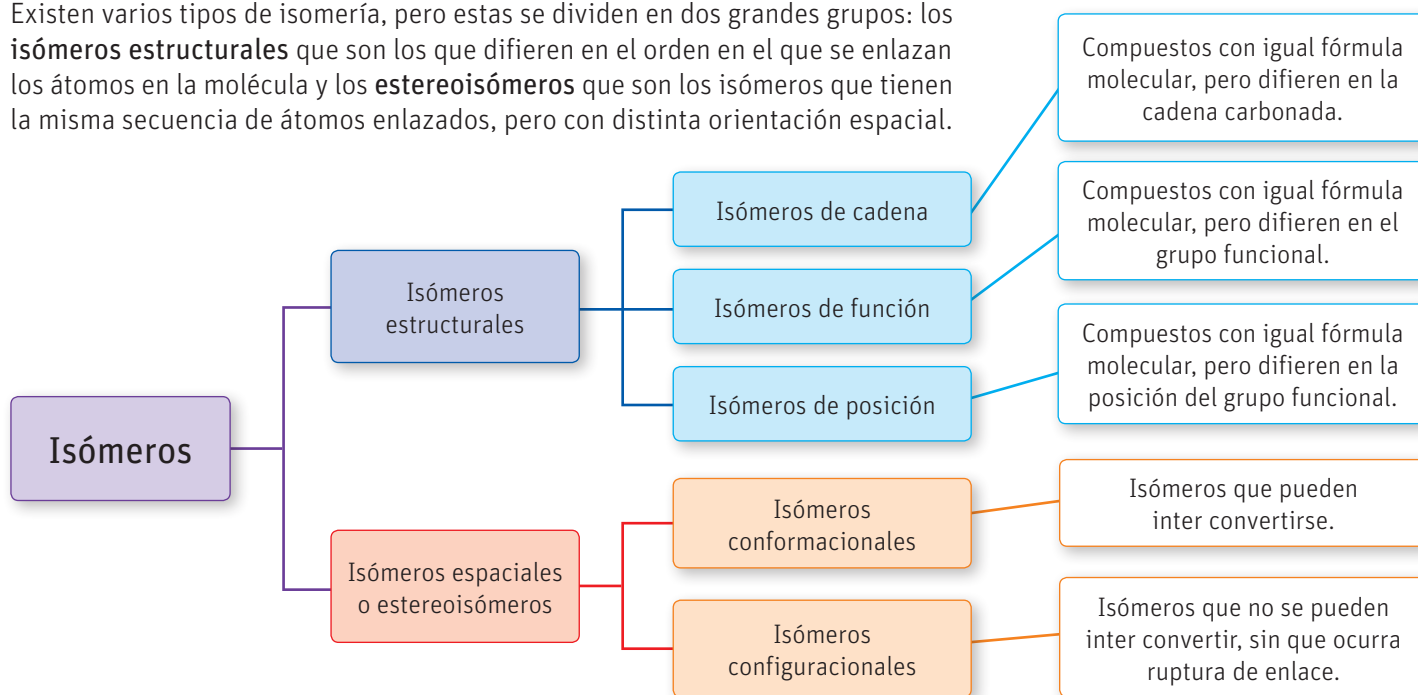
Los isómeros son compuestos orgánicos que presentan igual fórmula molecular, pero los enlaces entre sus átomos o la disposición de ellos en el espacio son diferentes. Esto incide en que presenten distintas propiedades químicas y físicas, como el color, la solubilidad o la velocidad de la reacción con algún reactivo específico.

Como vimos en la lección anterior, el átomo de carbono puede formar una gran cantidad de compuestos diferentes. Ahora conoceremos cómo muchos de ellos tienen la misma fórmula molecular y los mismos grupos funcionales, pero se diferencian en la manera en que se disponen en el espacio.

Un ejemplo de isómeros son el etanol o alcohol etílico, compuesto líquido que se usa, por ejemplo, como desinfectante, y el éter dimetílico, compuesto gaseoso que se utiliza como combustible o refrigerante. Son isómeros, porque ambos tienen la misma fórmula general ( $C_2H_6O$ ), sin embargo, la distribución de sus átomos, así como sus propiedades, son muy diferentes. Incluso las propiedades difieren mucho cuando ambos compuestos se encuentran en condiciones normales de temperatura y presión.



Existen varios tipos de isomería, pero estas se dividen en dos grandes grupos: los **isómeros estructurales** que son los que difieren en el orden en el que se enlazan los átomos en la molécula y los **estereoisómeros** que son los isómeros que tienen la misma secuencia de átomos enlazados, pero con distinta orientación espacial.



## Isómeros estructurales y su clasificación

### Objetivo

Deducir la isomería estructural a partir del análisis de las moléculas.

### Habilidades

Analizar, usar modelos, relacionar, comparar y deducir.

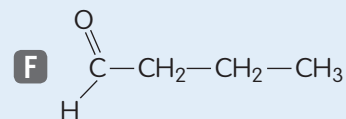
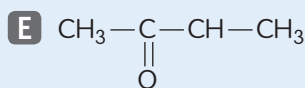
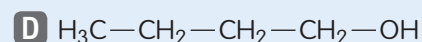
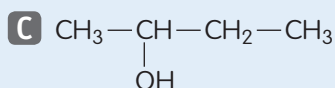
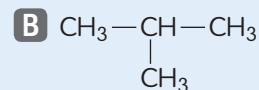
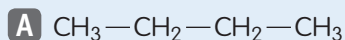
### Actitudes

Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?**

### Me preparo para aprender

1. Analicen en parejas los pares de compuestos que se muestran a continuación:



a. Nombren los compuestos anteriores y escriban su fórmula molecular:

<b>A</b> _____	<b>B</b> _____
<b>C</b> _____	<b>D</b> _____
<b>E</b> _____	<b>F</b> _____

b. Establezcan semejanzas y diferencias entre los compuestos A y B, C y D y E y F.

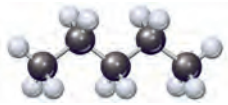
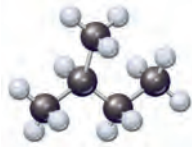
	Pareja A – B	Pareja C – D	Pareja E – F
Semejanzas			
Diferencias			

2. ¿Cuál es la diferencia entre relacionar y comparar en esta actividad?

Como vimos anteriormente, los isómeros estructurales son aquellos isómeros que se diferencian en su estructura, sus átomos presentan diferente disposición, pueden tener distintos enlaces y es factible representarlos en dos dimensiones. Estos isómeros se clasifican en tres tipos: de cadena, de posición y de función.

## Isómeros de cadena

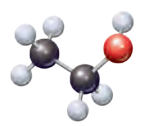
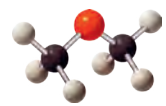
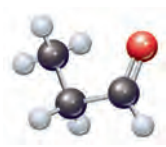
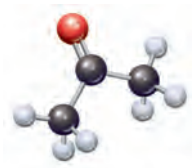
El pentano y el 2-metilbutano son dos hidrocarburos derivados del petróleo; ellos tienen la misma fórmula molecular, sin embargo, difieren en su estructura y en algunas de sus propiedades.

		Pentano	2-metilbutano
	Fórmula estructural	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
	Modelo molecular		
Propiedades físicas	Estado de agregación	Líquido	Líquido
	Solubilidad en agua	Inmiscible	Inmiscible
	Temperatura de ebullición	36,1 °C	27,9 °C
	Temperatura de fusión	-129,7 °C	-160 °C

Como se evidencia en la tabla, estos compuestos no solo difieren en su estructura, sino que también lo hacen en algunas propiedades físicas como las temperaturas de fusión y ebullición.

## Isómeros de función

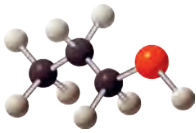
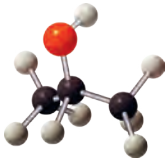
La isomería de función se establece entre dos compuestos que tienen la misma fórmula molecular, pero difieren en el grupo funcional. Analicemos la siguiente tabla y comprobemos.

		Etanol	Dimetiléter	Propanal	2-propanona
	Fórmula estructural	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHO}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$
	Modelo molecular				
Propiedades físicas	Estado de agregación	Líquido	Gas	Líquido	Líquido
	Solubilidad en agua	Miscible	Inmiscible	Miscible	Inmiscible
	Temperatura de ebullición	78,4 °C	-24,8 °C	49 °C	56 °C
	Temperatura de fusión	-114 °C	-141,5 °C	-81 °C	-95 °C

## Isómeros de posición

La isomería de posición se establece entre dos compuestos de la misma familia, es decir, que tienen el mismo grupo funcional, pero en posición diferente y comparten la misma fórmula molecular.

Veamos cómo las propiedades de los compuestos varían de uno a otro isómero:

		1-propanol	2-propanol
	Fórmula estructural	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$
	Modelo molecular		
Propiedades físicas	Estado de agregación	Líquido	Líquido
	Solubilidad en agua	Miscible	Miscible
	Temperatura de ebullición	97,2 °C	82,5 °C
	Temperatura de fusión	-127 °C	- 88,5 °C

### Actividad

#### Objetivo

Aplicar e integrar el concepto de isomería al principio de funcionamiento de técnicas analíticas.

#### Habilidades

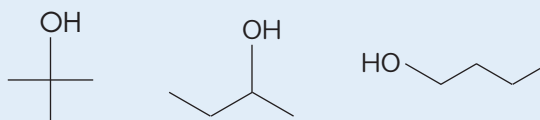
Investigar, comunicar, analizar, aplicar, comparar y explicar.

#### Actitudes

Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.

- El análisis elemental es una técnica analítica que permite conocer el contenido de carbono, hidrógeno, azufre, nitrógeno y oxígeno de una muestra que puede ser orgánica o inorgánica. Esta técnica es muy empleada en la identificación y caracterización de compuestos químicos, complementando los estudios realizados mediante técnicas espectroscópicas.  
Realiza una investigación bibliográfica sobre la técnica del análisis elemental en los compuestos orgánicos. Presenta tus conclusiones en clases.

- Analiza los siguientes compuestos. ¿Crees que el análisis elemental nos permita diferenciarlos? Explica detalladamente.



- Describe todos los pasos que llevaste a cabo para analizar y comparar los compuestos. Compartan sus listados y escojan el más completo.

### INDAGACIÓN Científica Transversal

Retomemos nuestra investigación inicial sobre la sacarosa:

- Si pudieran determinar el análisis elemental de la sacarosa, ¿cuál creen que sería el resultado? Formulen una hipótesis al respecto.
- Desarrollen una búsqueda bibliográfica que dé cuenta de esta información y determinen si respalda o refuta su hipótesis.

## TALLER de estrategias

## Cómo determinar isómeros de función

## Situación problema

Dibuja la estructura de dos isómeros de función a partir de la fórmula  $C_2H_6O$ .

## Paso 1 Identifica la incógnita y la información con que se cuenta

En el ejercicio se piden dos isómeros de función a partir de una fórmula molecular. Como vimos, dos isómeros de función presentan la misma fórmula molecular y se diferencian en el grupo funcional.

## Paso 2 Registra los datos

El ejercicio entrega la fórmula molecular  $C_2H_6O$  de la cual se obtienen los isómeros.

## Paso 3 Aplica un método

Se obtiene una primera fórmula estructural:

- Como son dos carbonos, la cadena principal será un etano.



- La fórmula molecular tiene un oxígeno, por ende, buscamos entre los grupos funcionales que conocemos, cuáles tienen un único átomo de oxígeno:

Alcohol:  $C-C-OH$

Éter:  $C-O-C$

Cetonas: Quedan descartadas

Aldehídos:  $C-COH$

- Luego, completamos con los hidrógenos faltantes:

Alcohol:  $CH_3-CH_2-OH$

Éter:  $CH_3-O-CH_3$

Aldehído:  $CH_3-C(=O)H$

- Se cuentan los hidrógenos. Deben estar en igual cantidad que en la fórmula molecular. Hay 6 hidrógenos, por lo que serían correctos el alcohol y el éter.

Alcohol:  $C_2H_6O$     Éter:  $C_2H_6O$     Aldehído:  $C_2H_4O$

## Paso 4 Responde

El alcohol y el éter son los dos isómeros de función solicitados, pues ambos tienen la misma fórmula molecular. Pero para dar una respuesta correcta debemos nombrarlos siguiendo las reglas que estudiaste en la lección pasada, quedando así:

Para la fórmula molecular  $C_2H_6O$ , son isómeros de función el etanol y el dimetiléter.

## Aplica

- Forma isómeros de función para las siguientes fórmulas moleculares:

a.  $C_3H_6O$

b.  $C_3H_8O$

c.  $C_4H_{10}O$

## Propiedades fisicoquímicas de los isómeros estructurales

### Objetivo

Deducir la relación entre la estructura de los isómeros y sus propiedades.

### Habilidades

Analizar, relacionar y deducir.

### Actitudes

Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?**

### Me preparo para aprender

- En la siguiente tabla se relacionan algunos isómeros que ya vimos anteriormente y sus propiedades físicas. Formen grupos de tres personas, analicen detenidamente su información y desarrollen la siguiente actividad:

Propiedades físico químicas	Isómeros de cadena		Isómeros de función	
	pentano	2-metilbutano	1-butanol	Dietiléter
Estructura				
Temperatura de ebullición	36,1 °C	27,9 °C	118 °C	34,6 °C
Temperatura de fusión	-129,7 °C	-160 °C	-89 °C	-116,3 °C
Solubilidad en agua	Inmiscible	Inmiscible	7,9 g /100 mL de agua	6,9 g /100 mL de agua

- Establezcan relaciones entre la estructura de las moléculas isómeras y su temperatura de ebullición y solubilidad en agua.

- ¿Qué acciones debieron realizar para relacionar? Intenten elaborar un listado con instrucciones para aprender a aplicar la habilidad de relacionar. Compártanla en el curso y finalmente comenten sobre la importancia de esta habilidad en el trabajo científico.

Las propiedades físico químicas de los compuestos orgánicos son dependientes de la estructura y polaridad de los mismos y de las interacciones que se generan entre las moléculas, ya sea entre las moléculas de un mismo compuesto, en el caso de las temperaturas de fusión y ebullición, como de las interacciones entre las moléculas del compuesto y del disolvente, en el caso de la solubilidad.

## Temperatura de ebullición y fusión

Las temperaturas de fusión y ebullición de un compuesto determinan los cambios de estado; en el primer caso de estado sólido a líquido y en el segundo, de líquido a gaseoso.

Para que un compuesto cambie de estado, necesita energía para romper las interacciones que mantienen unidas a sus moléculas y, dependiendo de la fortaleza de estas interacciones, necesitará más o menos energía. Tomemos como ejemplo el pentano y el etanol: el etanol es capaz de generar interacciones por puente de hidrógeno entre sus moléculas, por lo que necesitará más energía para romperlas. En el caso de los isómeros de cadena, por ejemplo, el pentano y el 2-metilbutano, mientras más ramificado sea el compuesto, menos energía necesitará para romper sus interacciones (Van der Waals), pues, debido a las ramificaciones, las moléculas no estarán lo suficientemente cercanas para establecer interacciones fuertes. En el caso del dietiléter y el etanol, el dietiléter no puede generar interacciones por puente de hidrógeno entre sus moléculas, por lo que necesitará menos energía para cambiar de estado.

## Solubilidad

Ya estudiaste que la solubilidad de un compuesto orgánico depende de numerosos factores, entre ellos, la polaridad del soluto y el disolvente. Un compuesto polar será soluble en un disolvente polar y un compuesto apolar será soluble en un disolvente apolar. La polaridad de un compuesto depende del tipo de enlace que se establece entre los átomos que lo forman.

El 1-butanol tiene un grupo hidroxilo (OH) que es un grupo muy polar y le otorga polaridad a la molécula, siendo así posible que sea ligeramente más soluble en agua que el dietiléter, que al contener un átomo de oxígeno, cuyo par de electrones libres también pueden establecer interacciones por puente de hidrógeno con el agua, es menos polar que el butanol, porque su momento dipolar es 0. Cabe destacar que tanto en los éteres como en los alcoholes la solubilidad en agua dependerá del largo de la cadena carbonada (hidrofóbica, apolar): mientras más larga sea la cadena carbonada menos polar será la molécula, por eso el etanol (dos átomos de carbono) es más soluble en agua que el butanol, que tiene cuatro átomos de carbono.

### Ciencia, tecnología y sociedad

En las bencinas, se ha asignado el octanaje en una escala que va de 0 a 100, asignando el octanaje a dos compuestos químicos puros, el 0 al n-heptano y el 100 al 2,2,4-trimetilpentano (un isómero del octano  $C_8H_{18}$ ). Es así que cuando estamos en presencia de una bencina con 80 de octanaje significa que, ante la combustión en el motor, se comporta igual que una mezcla de 80 % de 2,2,4-trimetilpentano y 20 % de n-heptano.

Los isómeros del octano que poseen cadena lineal tienen los peores valores de octanaje, no así con los ramificados que a medida que se incrementan las ramificaciones se incrementan también los valores de octanaje.

## Actividad

### Objetivo

Organizar información de propiedades fisicoquímicas de distintos isómeros de un compuesto orgánico.

### Habilidades

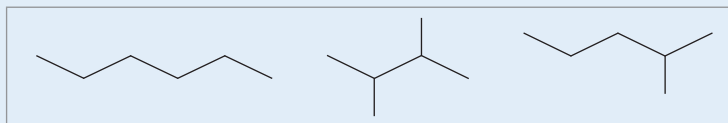
Analizar, relacionar e investigar.

### Actitudes

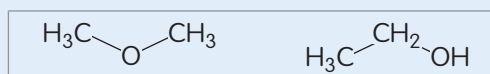
Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.

1. Analiza los dos grupos de isómeros que se muestran a continuación. Determina, dentro de cada grupo, cuál tiene mayor temperatura de ebullición y cuál menor. Justifica. Investiga en la literatura los valores de esta propiedad para estos compuestos y compáralo con tus resultados.

Grupo 1



Grupo 2



2. ¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos me ayudaron a realizar esta actividad?



## Los compuestos orgánicos en el espacio

### Objetivo

Modelar la estructura tridimensional del átomo de carbono.

### Habilidades

Observar, deducir y desarrollar modelos.

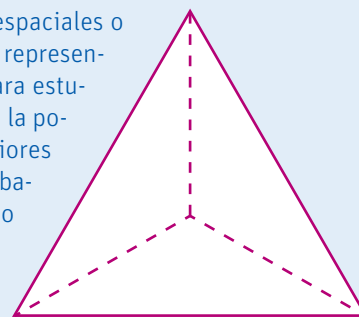
### Actitudes

Curiosidad e interés por conocer y comprender los fenómenos del entorno. Creatividad.

### ¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?

## Me preparo para aprender

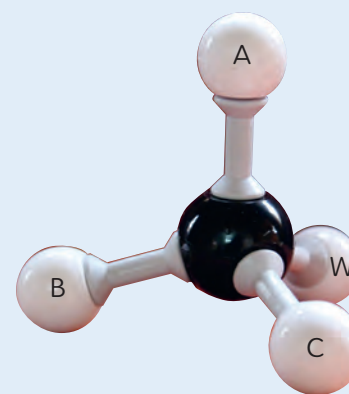
Antes de conocer el segundo tipo de isómeros, los espaciales o estereoisómeros, debemos conocer cómo se pueden representar los isómeros en forma tridimensional, ya que para estudiar este segundo grupo, deberemos tener en cuenta la posición de sus átomos en el espacio. En cursos anteriores has estudiado cuerpos geométricos y entre ellos probablemente viste que el tetraedro regular es un cuerpo geométrico formado por cuatro caras iguales, seis aristas y cuatro vértices, tal como se muestra en la imagen de la derecha.



1. Organicen grupos de 5 personas y desarrollen la siguiente actividad:

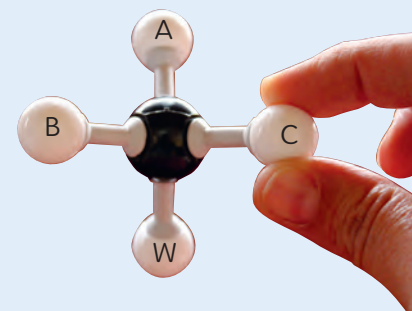
a. Señalen con un lápiz rojo los vértices del tetraedro.

b. Tomen cinco pelotas de plumavit y cuatro palos de brochetas. Entierren los cuatro palos de brocheta en una de las pelotas y en la punta restante de cada palo coloquen una pelota, de manera que entre las pelotas exteriores exista la misma distancia. Identifiquen las pelotas como se muestra en la figura.



c. Imaginen que colocan el modelo que han creado con las pelotas de plumavit, similar al que se muestra en la fotografía, dentro del tetraedro, donde las pelotas exteriores coinciden con los vértices. Dibújenlo en el recuadro A.

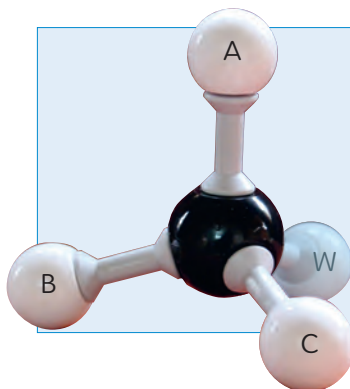
d. Tomen su modelo por la pelota C y colóquenlo a la altura de sus ojos de la forma que se muestra en la fotografía de la derecha. Dibújenlo en el recuadro B y escriban las letras que corresponden a cada pelota.



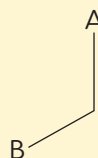
e. Si saben que el modelo que armaron corresponde a la molécula de metano en el espacio, dibujen en el recuadro C la molécula de etano siguiendo la misma lógica.

A	B	C

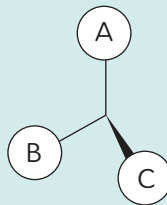
Para realizar el dibujo en 3D de una molécula se han desarrollado diversas técnicas de dibujo o proyecciones moleculares, pero las **fórmulas en perspectiva** son las más utilizadas. Para representar una molécula en perspectiva hay que seguir algunas reglas generales y algunos pasos. Tomaremos como ejemplo la molécula que representamos en la actividad anterior:



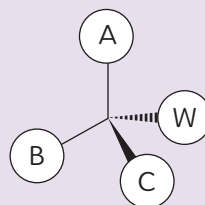
1. Los enlaces que se encuentran en el plano (A y B) se dibujan como una línea fina continua.



2. Los enlaces que se proyectan por fuera del plano hacia adelante (C), se dibujan con una línea gruesa continua.



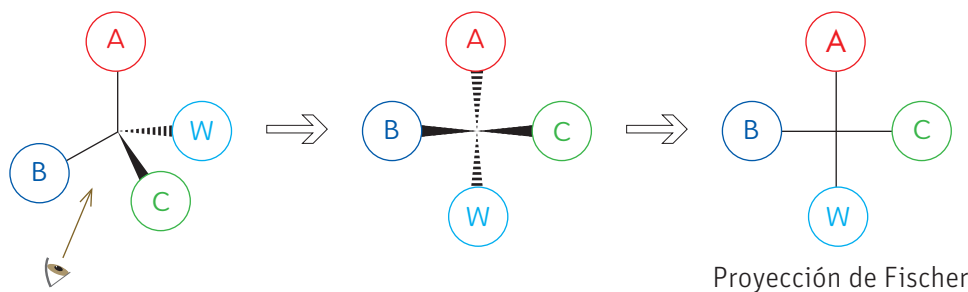
3. Los enlaces que se proyectan por fuera del plano hacia atrás (W), se dibujan con una línea discontinua.



Otra forma de representar las moléculas es mediante las proyecciones, entre las que se encuentran las proyecciones de Fisher, de Newman y de caballete.

La **proyección de Fisher** fue ideada por el químico alemán Hermann Emil Fischer en 1891. Esta es una proyección bidimensional utilizada en química orgánica para representar la disposición espacial de una molécula.

En la proyección de Fisher la molécula se dibuja en forma de cruz. Los sustituyentes dispuestos hasta detrás del plano se colocan en la vertical (A y W), los grupos que salen hacia nosotros (delante del plano, B y C) en la horizontal y el punto de intersección de ambas líneas representa el carbono proyectado.



### RECUERDA

En los carbonos con hibridación  $sp^3$ , los átomos enlazados a él se dirigen hacia los vértices de un tetraedro. Es por ello que este tipo de representación tal y como se explica solo es válida para un átomo de carbono con este tipo de hibridación.

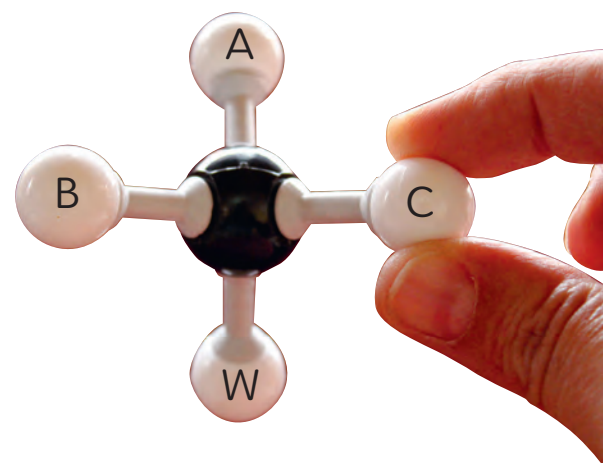
### Naturaleza de la ciencia

“Las explicaciones, las teorías y los modelos científicos son los que mejor dan cuenta de los hechos conocidos en su momento”.

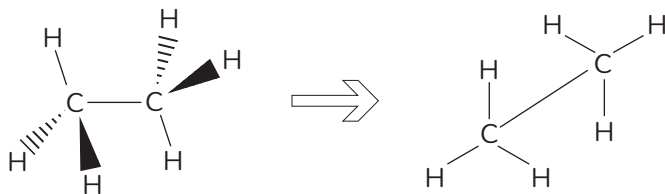
En 1891, el químico alemán Emil Fischer estudiaba los azúcares, moléculas que pueden llegar a tener hasta 7 átomos de carbono, lo que hacía su representación en perspectiva un tanto difícil y poder establecer diferencias estereoquímicas era casi imposible. Por esta razón, Fischer desarrolló una forma simbólica de dibujar los carbonos asimétricos, facilitando el manejo y la interpretación de tales estructuras.

La proyección de Fischer se usa actualmente en el estudio de la química orgánica.

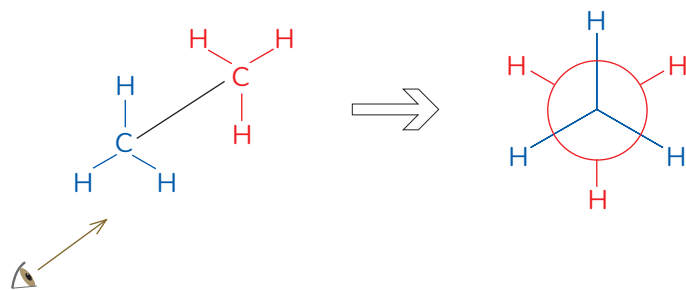
- ¿Por qué crees que era tan importante desarrollar modelos bidimensionales para representar la tridimensionalidad de las moléculas? Piensa en tres beneficios que esto podría tener para los científicos.



La **proyección de caballete** también es considerada en perspectiva. En ella el enlace C-C se coloca de modo que uno de los carbonos quede delante con sus tres enlaces y el otro atrás con sus enlaces. La siguiente, por ejemplo, es la proyección de caballete para representar al etano:



La **proyección de Newman** se construye a partir de la proyección de caballete. En esta se alinean los dos átomos de carbono de frente al ojo del observador.



Proyección de caballete

Proyección de Newman

## CONECTANDO CON...

## Las TICs

Ingresa el código 18TQ2M186A en la página web de tu texto.

Encontrarás una aplicación que te ayudará a comprender que las moléculas, al igual que el resto de la materia que nos rodea, ocupa un volumen en el espacio y por ende es posible representarlas tridimensionalmente. Podrás manipular una gran cantidad de moléculas usando tu mouse y podrás ver cómo las proyecciones de Newman, Fisher y caballete no son más que representaciones de las moléculas en el espacio, que dependen de la posición del observador.

## Actividad

## Objetivo

Relacionar las fórmulas en perspectiva con las proyecciones de Newman y caballete de un compuesto orgánico.

## Habilidades

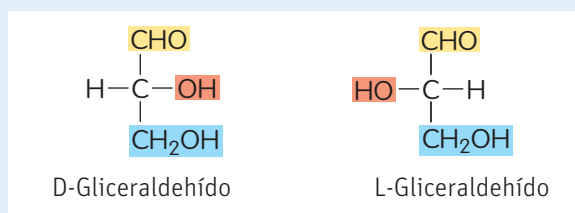
Analizar, aplicar, desarrollar y usar modelos y comunicar.

## Actitud

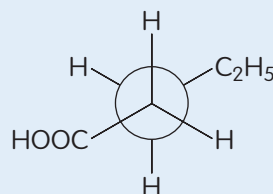
Reconocimiento de la importancia del entorno natural y sus recursos.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?**

1. El gliceraldehído, primer monosacárido que se obtiene en la fotosíntesis, es la aldosa más simple. Está formado por tres átomos de carbono y existe en dos estructuras espaciales: el D-gliceraldehído y el L-gliceraldehído. A partir de lo anterior, desarrollen las siguientes actividades en parejas:



- a. Representen ambos isómeros del gliceraldehído en perspectiva, en caballete y en proyección de Newman.
  - b. Creen un modelo de ambos gliceraldehídos, usando palos de brocheta y pelotas de plumavit o palos de fósforos y plasticina.
  - c. Muevan su modelo de modo que puedan encontrar la posición que coincide con cada tipo de representación.
2. Escribe la fórmula semidesarrollada del compuesto representado:



## Isómeros espaciales o estereoisómeros

### Objetivo

Deducir diferencia entre isómeros estructurales y estereoisómeros.

### Habilidades

Analizar, comparar, deducir y explicar.

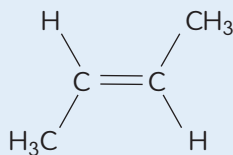
### Actitudes

Esfuerzo, perseverancia y responsabilidad.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?**

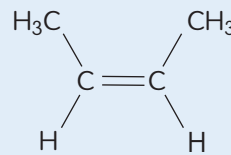
### Me preparo para aprender

1. Analicen en parejas las siguientes moléculas.



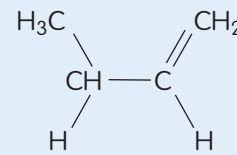
(E) 2-buteno

**A**



(Z) 2-buteno

**B**

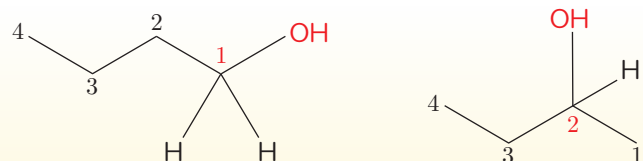


1-buteno

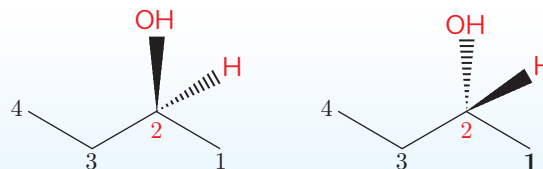
**C**

- Comparen los compuestos A y B y B y C. ¿Creen que entre ellos se establezca el mismo tipo de isomería?
  - ¿A qué creen que se debe la letra que se antepone a los nombres de los compuestos A y B?
2. ¿Cuál es la diferencia entre el esfuerzo, la perseverancia y la responsabilidad? Ejemplifiquen cada una de ellas a través de esta actividad.

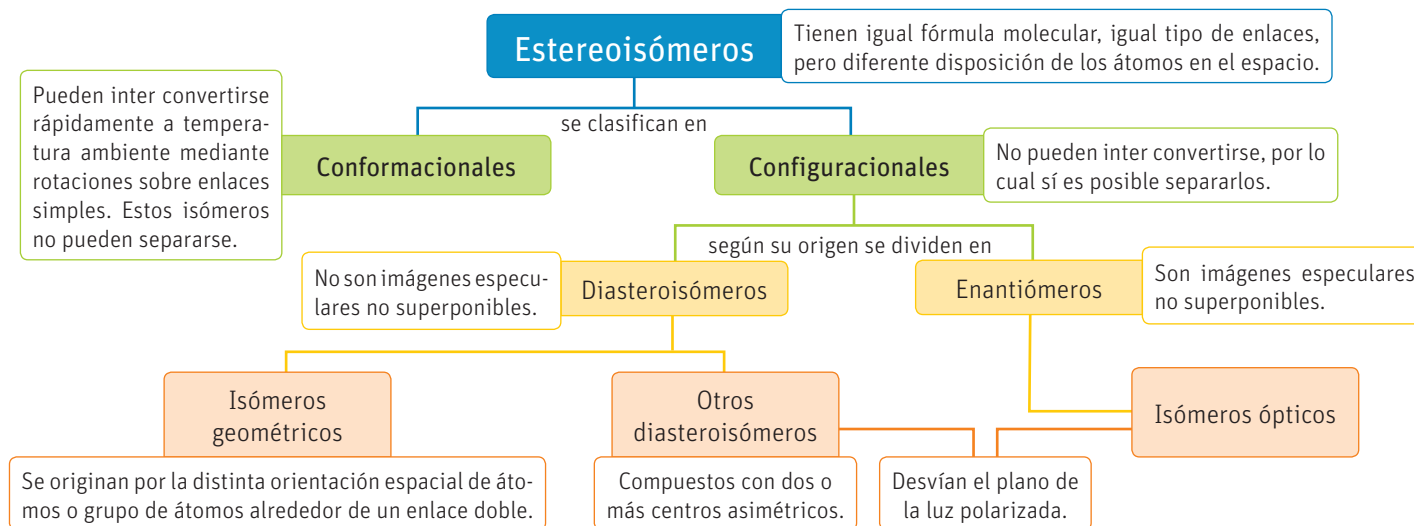
Los estereoisómeros no son isómeros estructurales; ellos solo difieren entre sí en el arreglo de los átomos en el espacio, por ejemplo:



En este caso estamos en presencia de isómeros estructurales de posición, donde la posición del grupo funcional cambia del carbono 1 al carbono 2.



En este caso estamos en presencia de estereoisómeros, donde la diferencia se centra en la posición de los átomos alrededor del mismo átomo de carbono. En el primer caso, el grupo OH se encuentra por delante del plano y en el segundo caso por detrás del plano.



## Estereoisómeros conformacionales

### Objetivo

Deducir el papel del tipo de enlace en la rotación.

### Habilidades

Analizar, nombrar, desarrollar y usar modelos, identificar, crear y deducir.

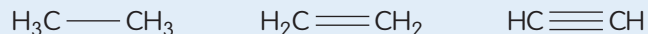
### Actitudes

Responsabilidad y respeto en el trabajo colaborativo

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?**

### Me preparo para aprender

- Ya conocen de la lección anterior las diferentes hibridaciones que puede presentar el átomo de carbono. Analicen en parejas las siguientes moléculas:



- Nombren las moléculas representadas e identifiquen el tipo de hibridación que presentan sus átomos de carbono.

- Modelen las hibridaciones usando plasticina y palos de fósforos o pelotas de plumavit y palos de brochetas.

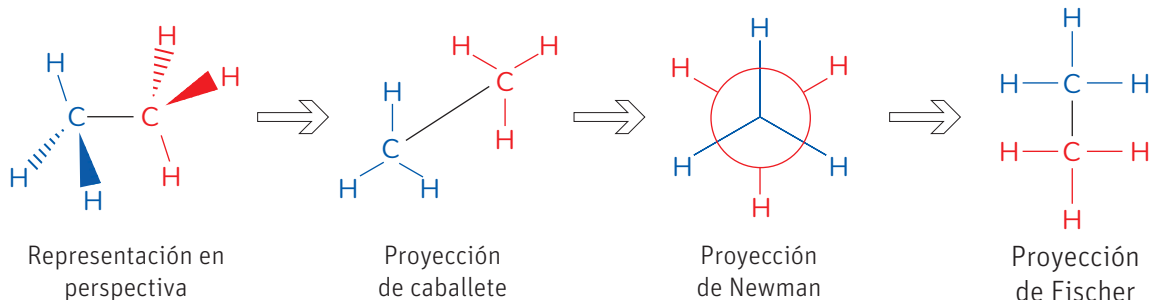
- Manipulen sus modelos y constaten cuál de los tres permite la rotación libre de los átomos de carbono alrededor del enlace. ¿A qué se debe?

- ¿Cómo se organizaron para trabajar en equipo?, ¿hay aspectos que mejorar?

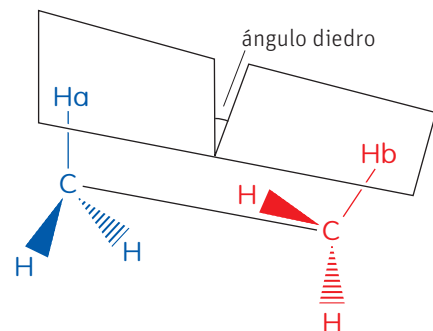
## Conformaciones en los alcanos lineales

Los alcanos lineales presentan diferentes conformaciones que dependen del ángulo de giro de los carbonos  $\text{sp}^3$  alrededor del enlace simple. Un ejemplo es el etano, cuya molécula está formada por 2 átomos de carbono y 6 de hidrógeno, y al igual que todas las moléculas, posee volumen, por lo tanto, es posible dibujarla teniendo en cuenta su estructura tridimensional.

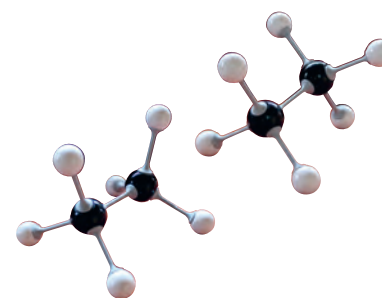
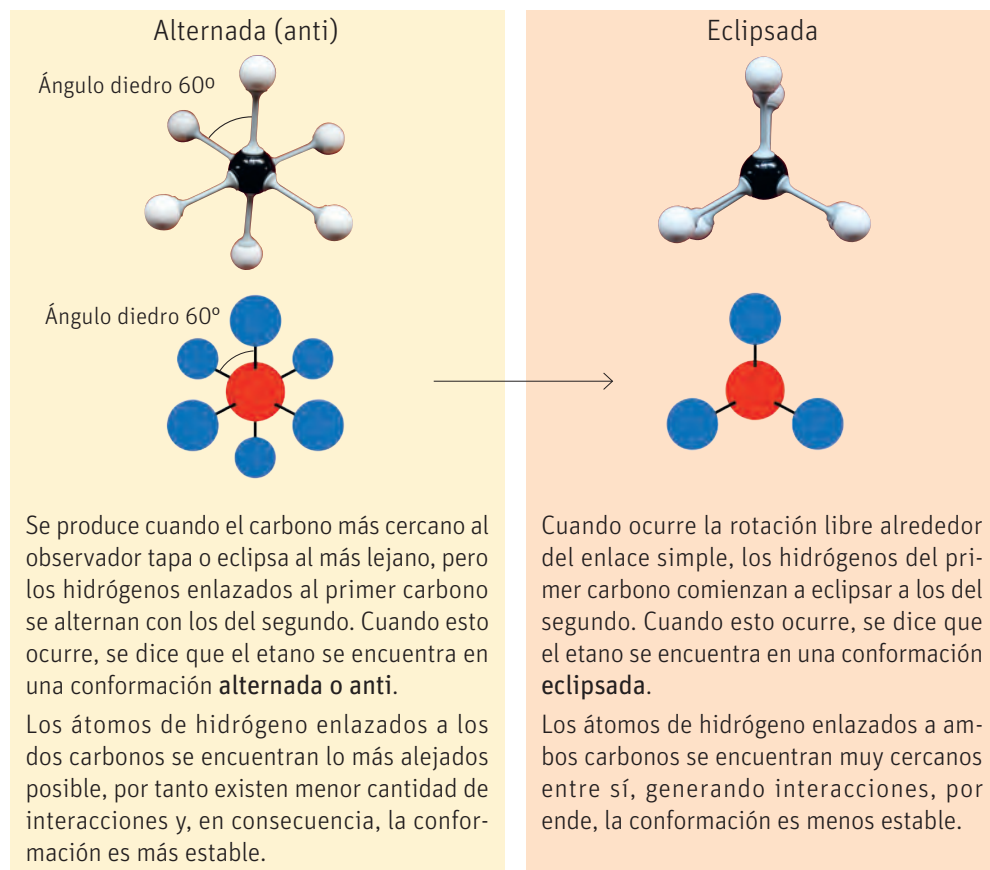
Las siguientes son sus posibles representaciones:



Cuando estudiaste las hibridaciones que era capaz de experimentar el átomo de carbono, también estudiaste los ángulos que generaba; en ese caso, se hacía referencia al ángulo de enlace que es el ángulo que se genera entre tres átomos enlazados consecutivamente. Cuando analizamos las proyecciones de una molécula orgánica se puede apreciar otro tipo de ángulo, conocido como **ángulo diedro**, que es el que se genera entre dos planos que se cortan. Por ejemplo, en la molécula de etano, el ángulo diedro entre el Ha y el Hb es el que se muestra en la figura.



Los dos átomos de carbono del etano presentan hibridación  $sp^3$ . Este tipo de hibridación permite que los átomos enlazados puedan rotar libremente y con ellos puede variar el ángulo diedro. ¿Cómo entonces se pueden disponer los átomos en el espacio durante esta rotación? Las siguientes imágenes muestran dos conformaciones posibles de manera tridimensional y mediante la proyección de Newman.



↑ Rotación de los átomos enlazados en el etano.

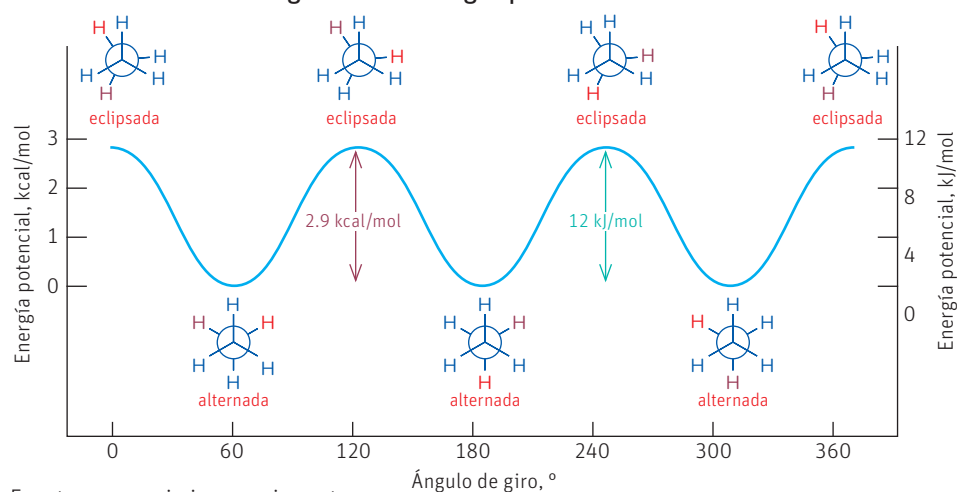
### CONECTANDO CON...

#### La biología

Las proteínas son moléculas de gran tamaño que constituyen una de las bases de la vida y la evolución. Estas moléculas, a pesar de sus dimensiones, se encuentran, al igual que las más pequeñas, en constante movimiento y son capaces de adoptar diferentes conformaciones. Debido a la complejidad de las proteínas, el estudio de sus conformaciones no es tarea sencilla y existen en la actualidad grupos de investigación que dedican sus empeños y recursos a ello. Estos estudios se realizan tanto analíticamente, mediante diferentes técnicas, como computacionalmente, y tienen como objetivo comprender la estructura de algunas proteínas y con ello su función en los organismos.

Cuando el enlace carbono-carbono del etano gira, la energía potencial de la molécula varía en función del ángulo diedro, como se puede apreciar en el gráfico de la derecha. Cuando el etano gira hacia una conformación eclipsada, su energía potencial aumenta y se presenta una resistencia a la rotación.

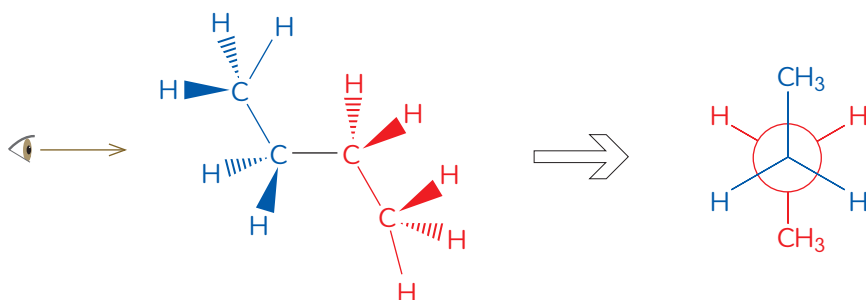
Diagrama de energía potencial del etano



Fuente: www.quimicaorganica.net

Si el análisis conformacional en vez de ser para el etano fuera para el propano, ¿crees que las conformaciones eclipsadas serían más o menos estables que la del etano? Explica.

Otro ejemplo de alcano lineal es el butano. Sabemos que el butano es un alcano de cuatro átomos de carbono. Su representación en perspectiva y su respectiva proyección de Newman son las siguientes:



### CONECTANDO CON...

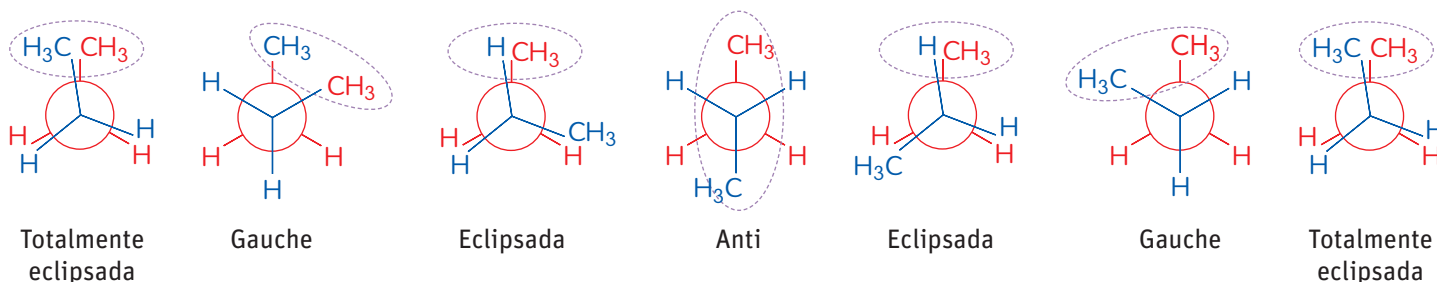
#### Las TICs

Ingresa el código 18TQ2M190A en la página web de tu texto.

Allí encontrarás una entretenida explicación de cómo la rotación libre sobre un enlace simple genera los diferentes conformeros que representamos mediante la proyección de Newman.

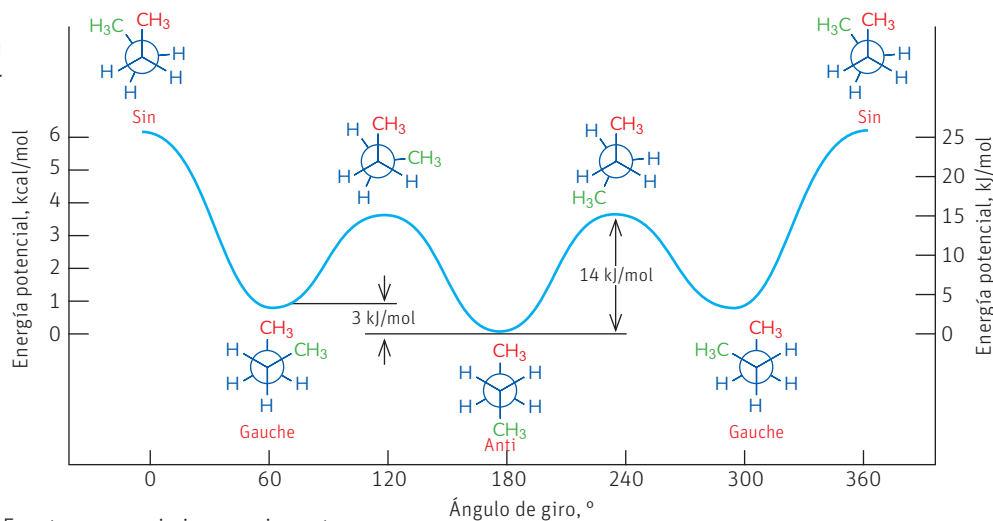
Ahora, usando la proyección de Newman, comenzaremos a hacer los giros como hicimos con el etano y podremos observar que no solo tenemos las dos alternativas de conformación que observamos en el etano, ya que mientras en el etano los dos carbonos solo se unen a átomos de hidrógeno, en el butano se unen también a grupos metilo. Por esta razón existen cuatro posibilidades:

1. **Totalmente eclipsada:** cuando los grupos metilo apuntan en la misma dirección.
2. **Gauche:** (significa izquierda o incómoda) cuando los grupos metilo, en conformación alternada, se disponen en lugares consecutivos.
3. **Eclipsada:** cuando metilos e hidrógenos apuntan en la misma dirección.
4. **Anti:** cuando los grupos metilo, en conformación alternada, se disponen en un ángulo de  $180^\circ$  uno de otro.



### Diagrama de energía potencial del butano

Energéticamente la posición **anti** es la conformación de menor energía y por ende la más estable.



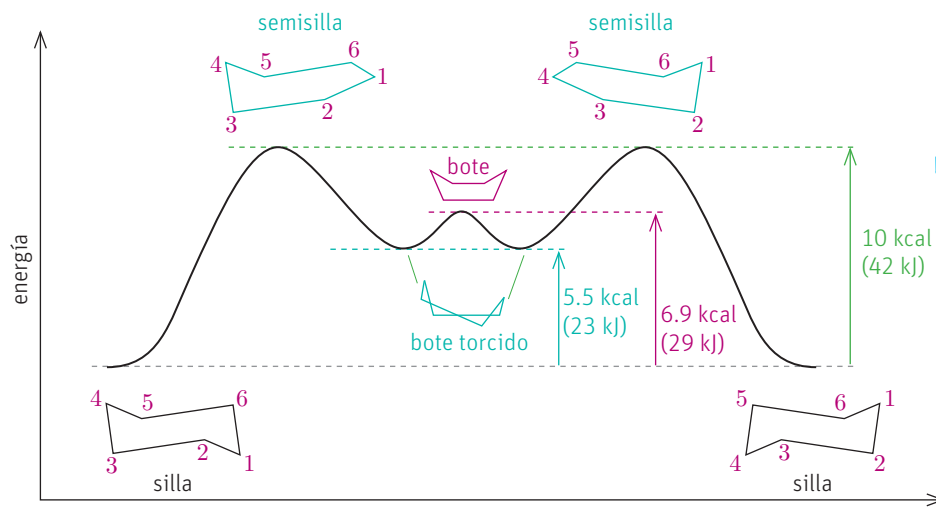
¿Por qué crees que la conformación anti es un poco más estable que la Gauche si en ambos casos los grupos enlazados a los carbonos analizados están alternados?

Fuente: [www.quimicaorganica.net](http://www.quimicaorganica.net)

## Conformaciones en los alcanos cíclicos

No solo los alcanos lineales presentan diferentes conformaciones que dependen del ángulo de giro de los carbonos  $sp^3$  alrededor del enlace simple. Los alcanos cíclicos también logran ángulos de enlace tetraédricos y conformaciones eclipsadas. Tomemos el ejemplo del ciclohexano. El ciclohexano posee dos variantes absolutas de conformación: la conformación de silla y la conformación de bote, aunque entre medio, durante el proceso de giro de los átomos, asume posiciones intermedias conocidas como media silla y bote torcido.

Diagrama de la energía conformacional del ciclohexano



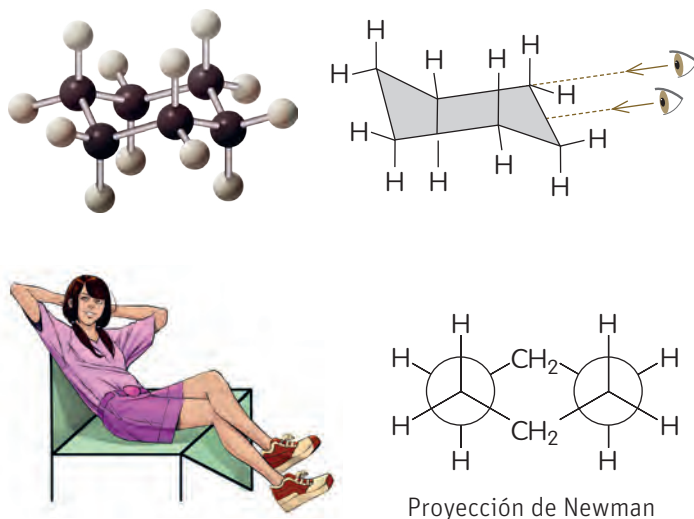
¿Crees que si el ciclohexano tuviera algún sustituyente, ambas sillas serían igualmente estables? Plantea una hipótesis al respecto y cuando estudies la página siguiente, retoma la actividad y confirma si tu hipótesis era válida o no.

Fuente: Wade Jr., L. G. (2012). *Química orgánica*, Volumen 1. México: Pearson.

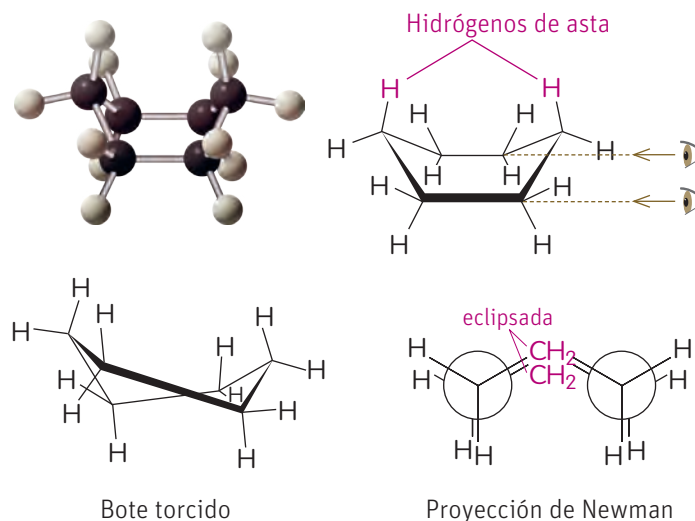
Si analizas el diagrama de energía de las conformaciones del ciclohexano, podemos comprobar que la conformación de silla es la que tiene menor energía, lo que la hace la conformación más estable. ¿Por qué ocurre esto?

Si hacemos la proyección de Newman a ambas conformaciones, podemos comprobar que en el caso de la silla los enlaces C-C están alternados, no así en la conformación de bote en la cual se encuentran eclipsados.

Conformación de silla del ciclohexano

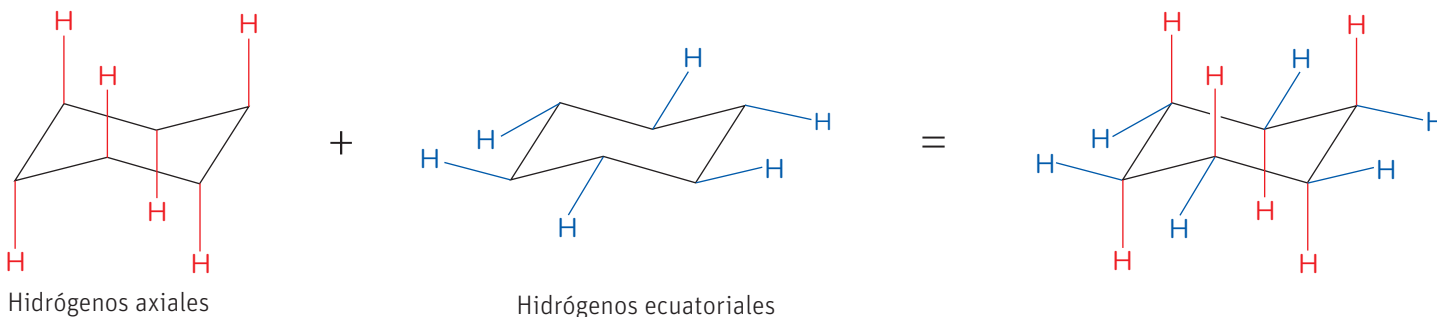


Conformación de bote del ciclohexano

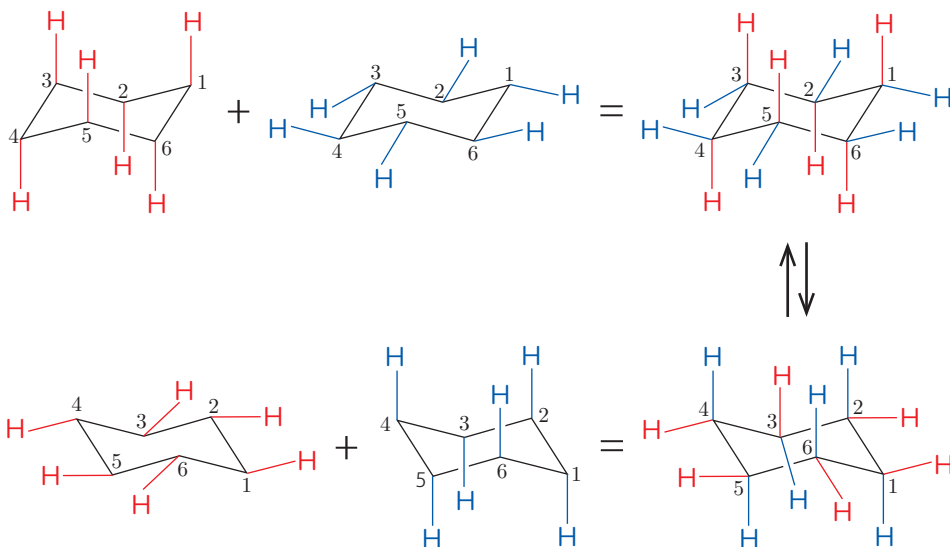




Por otro lado, al ser el ciclohexano una molécula cíclica, los enlaces C–H no se disponen de igual manera que en los alcanos lineales. Si congeláramos el ciclohexano en una conformación de silla podríamos ver que hay 6 enlaces C–H que se disponen verticalmente (**axiales**) y 6 que se disponen casi horizontales (**ecuatoriales**).



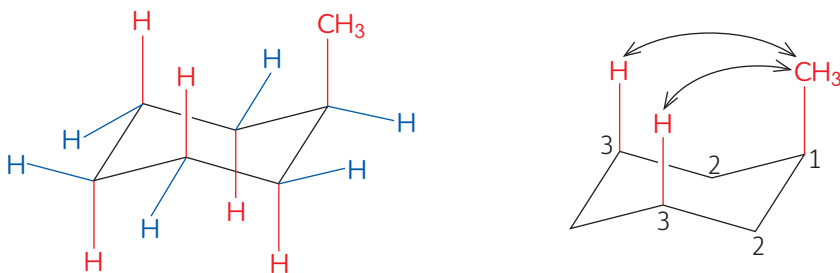
Si hacemos una interconversión silla–silla (entre los dos tipos de sillas), los enlaces que están axiales en una silla estarían ecuatoriales en la otra, veamos:



Si tuviéramos un ciclohexano sustituido, como, por ejemplo, el metilciclohexano, ¿qué conformación sería la preferida para ubicarse el radical metilo?

A pesar de que los ciclohexanos cambian de conformación de silla a temperatura ambiente, las dos conformaciones no son igualmente estables.

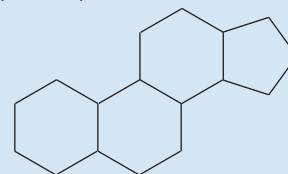
Cuando el metilo se encuentra en posición axial establece una interacción con los dos hidrógenos axiales que están de su mismo lado, en el que se genera una tensión estérica que no existe cuando el grupo metilo está en una posición ecuatorial. A estas interacciones se les conoce como interacciones **1,3-diaxial**.



### CONECTANDO CON...

#### La salud

Este tipo de estructura que estamos estudiando se observa también en muchos compuestos orgánicos, como, por ejemplo en los esteroides, los cuales poseen un núcleo de esterano, también conocido como ciclopentanoperhidrofenantreno.



Este es un núcleo formado por cuatro anillos fusionados, tres con seis átomos de carbono y uno con cinco.

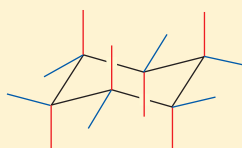
Muchas hormonas poseen este mismo tipo de estructuras, donde el análisis de las conformaciones de los anillos constituye una de las bases que permite la comprensión de su papel en el organismo y su mecanismo de acción.

Si tenemos un ciclohexano disustituido como, por ejemplo, el 1,2-dimetilciclohexano, ¿qué orientación espacial (axial o ecuatorial) deberán tener los metilos para que el compuesto asuma su conformación más estable?

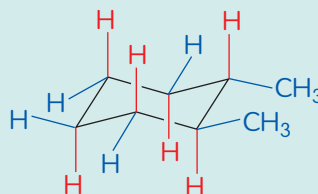
Dibujemos el anillo en perspectiva:



Coloquemos las posiciones de todos los enlaces:



Ubiquemos los metilos de manera que exista la menor cantidad de interacciones 1,3-diaxial y luego completemos con el resto de los hidrógenos.



## Actividad

### Objetivo

Representar estereoisómeros conformacionales y elegir la conformación más estable.

### Habilidades

Analizar, aplicar, desarrollar y usar modelos y deducir.

### Actitudes

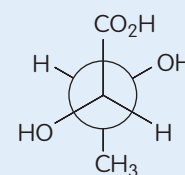
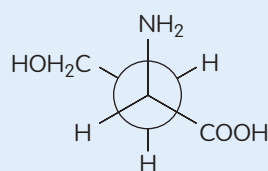
Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?**

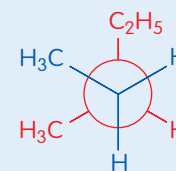
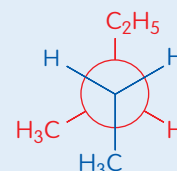
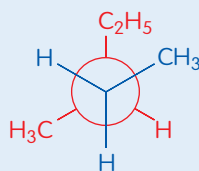
Organizados en grupos de tres personas, realicen las siguientes actividades:

- Usando los materiales que tienen en la sala y que han ocupado para preparar modelos a lo largo del semestre, confeccionen un modelo para el ciclopropano, el ciclobutano y el ciclopentano. Analicen con el modelo las posibles conformaciones que pueden adoptar estos compuestos cíclicos y las posiciones de los hidrógenos. Investiguen en libros de química orgánica sobre estos compuestos y corroboren sus observaciones.

- Dibujen la estructura espacial de las siguientes proyecciones de Newman:



- A continuación, se presentan tres de las conformaciones que puede adoptar un alcano lineal:



- ¿Cuál de las tres conformaciones creen que sea la más estable? Justifiquen.
  - Dibujen el compuesto en perspectiva.
  - Nombren el compuesto representado.
- Dibujen el confórmero más estable del 1,3,5-trietilciclohexano.

## Cómo dibujar proyecciones de Newman

### Situación problema

Dibuja las proyecciones de Newman del propanol y del 1,1,2,2-tetracloroetano.

#### Paso 1 Identifica la incógnita y la información con que se cuenta

Se pregunta por la proyección de Newman de dos moléculas, las que se pueden obtener, aplicando lo aprendido en la página anterior. Las moléculas son:

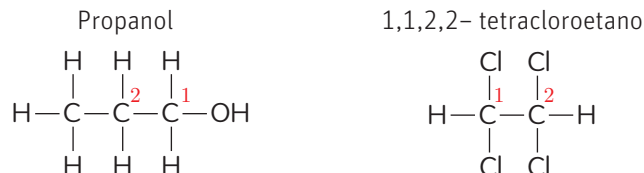
- propanol
- 1,1,2,2-tetracloroetano

#### Paso 2 Registra los datos

Con los nombres de los compuestos, entregados en la instrucción, se pueden escribir las fórmulas desarrolladas.

#### Paso 3 Aplica un método

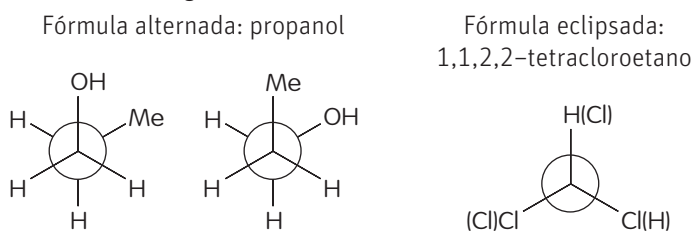
Primero se realiza la fórmula desarrollada de los compuestos, identificando los carbonos 1 y 2.



Los carbonos 1 y 2 de ambos compuestos giran en  $60^\circ$ .

#### Paso 4 Responde

Por lo tanto, la proyección de Newman para las moléculas se verá de la siguiente manera:



### Aplica

Dibuja la proyección de Newman para el compuesto 1-cloro-1, 2-dinitropropano.

### Situación problema

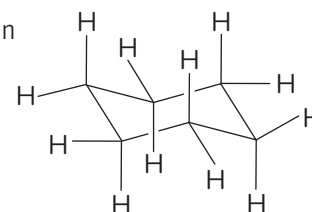
Dibuja la proyección de Newman de la conformación de silla del ciclohexano.

#### Paso 1 Identifica la incógnita y la información con que se cuenta

Se pregunta por la proyección de Newman de un compuesto cíclico.

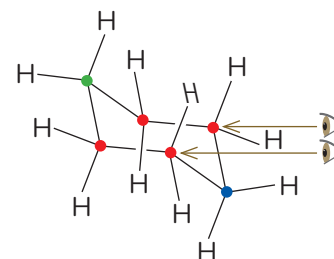
#### Paso 2 Registra los datos

La estructura del ciclohexano en forma de silla es:



#### Paso 3 Aplica un método

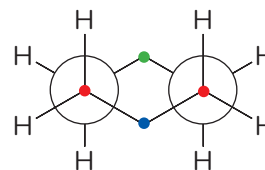
El primer paso para hacer la representación de Newman de un compuesto es establecer el punto de vista del observador.



El segundo paso es colocar la silla de frente a nosotros haciendo un giro de  $90^\circ$ .

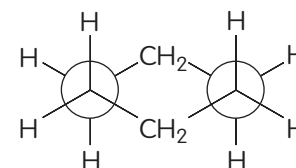


Por último, colocamos los hidrógenos, teniendo en cuenta que en las zonas rojas hay dos átomos de carbono alineados.



#### Paso 4 Responde

Por lo tanto, la proyección de Newman se verá



## Cómo dibujar conformaciones de silla

### Situación problema

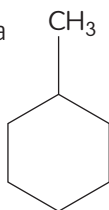
Dibuja la conformación de silla del metilciclohexano.

### Paso 1 Identifica la incógnita y la información con que se cuenta

Se pregunta por la conformación de silla de un alcano cíclico que tiene un metilo en una de sus posiciones.

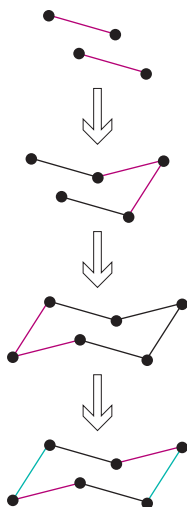
### Paso 2 Registra los datos

Con el nombre de la molécula podemos dibujar la molécula en dos dimensiones:

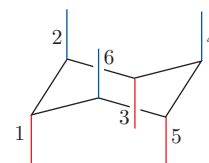


### Paso 3 Aplica un método

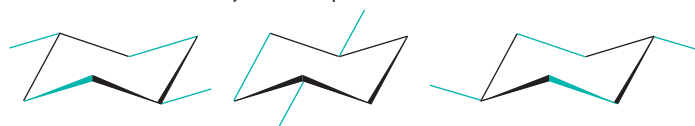
1. Dibuja dos líneas paralelas, inclinadas hacia abajo y desfasadas una con respecto a la otra, lo que significa que 4 de los 6 carbonos están en el plano.
2. Coloca el carbono superior a la derecha y hacia arriba y luego dibuja los enlaces.
3. Coloca el átomo de carbono inferior debajo y a la izquierda del plano de los 4 átomos centrales y dibuja los enlaces correspondientes.



4. Ya tenemos los 6 átomos de carbono que forman el ciclohexano y los enlaces que los unen. Ahora dibujemos el resto de los enlaces partiendo por los axiales (verticales). Para esto debemos tener en cuenta si el carbono está hacia arriba o hacia abajo en el dibujo. Los carbonos que se encuentran hacia abajo (1,3,5) tendrán sus enlaces axiales hacia abajo. Los carbonos que se encuentran hacia arriba (2,4,6) tendrán sus enlaces axiales en la misma dirección.

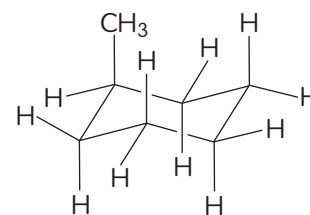


Los enlaces ecuatoriales, uno en cada carbono, se dibujan teniendo en cuenta que habrá tres conjuntos de dos líneas cada uno. Cada conjunto es paralelo a dos enlaces del anillo.



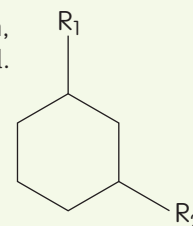
### Paso 4 Responde

Finalmente se dibuja el ciclohexano con todos sus enlaces y como hay un solo etilo, este se coloca en cualquier posición del anillo.



### Aplica

Dibuja la conformación de silla para la molécula que se presenta, sabiendo que  $R_1$  está en posición axial y  $R_2$  en posición ecuatorial.



### Conocimientos:

- Reconocer los isómeros estructurales.
- Representar moléculas orgánicas a través de diferentes proyecciones.

### Habilidades:

- Analizar, desarrollar y usar modelos, crear, identificar y aplicar.

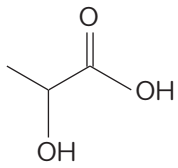
### Actitudes:

- Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.
- Reconocimiento de la importancia del entorno natural y sus recursos.

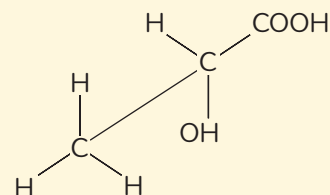
1. El ácido láctico es un compuesto químico de fórmula general  $C_3H_6O_3$  que desempeña importantes funciones en muchos procesos y tiene numerosas aplicaciones en la industria alimenticia, farmacéutica, química y cosmética, entre otras. Fue descubierto por el químico sueco Scheele en 1780 al aislarlo de la leche agria.

#### Analiza, desarrolla modelos y crea

- a) Representa un isómero de función y un isómero de posición del ácido láctico.

Ácido láctico	Isómero de función	Isómero de posición
		

Considerando la siguiente representación en caballete del ácido láctico:



#### Analiza, aplica y desarrolla modelos

- b) Dibuja la molécula en perspectiva.

#### Analiza, aplica y desarrolla modelos

- c) Dibuja las proyecciones de Newman para todos los confórmeros del ácido láctico. Señala el confórmero más estable y explica por qué.

#### Analiza, aplica y desarrolla modelos

- d) Retoma el isómero de posición del ácido láctico que dibujaste en a) y représentalo en proyección de caballete. Luego, dibuja la proyección de Newman de sus confórmeros.

2. En la tabla se muestran algunos hidrocarburos y sus valores de octanaje. A partir de ella, contesta las siguientes preguntas:

**Analiza e identifica**

- a) De las moléculas que se mencionan en la tabla, identifica las que son isómeros y escribe el tipo de isomería.

---



---



---

**Analiza, aplica, desarrolla modelos y crea**

- b) Considera la molécula 2,2,4-trimetilpentano. Numera los átomos de carbono y tomando el enlace entre los carbonos 2 y 3, representa la molécula mediante la proyección de Newman en su conformación más estable y menos estable.

3. La ciclohexilamina es un compuesto químico muy utilizado como disolvente de resinas y pinturas, y, además, es empleada en la síntesis de algunos pesticidas y fungicidas. Contesta:

**Analiza, aplica y desarrolla modelos**

- a) Representa la ciclohexilamina en su conformación más estable.

Hidrocarburo	Índice de octano
n-heptano	0
n-octano	17
3-metilheptano	35
2,3-dimetilhexano	79
2,2,4-trimetilpentano	100
benceno	106

Fuente: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/072/htm/sec\\_6.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/072/htm/sec_6.htm)

## Cómo vas?

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítems	Habilidades	Nivel de desempeño
Identifiqué y representé isómeros estructurales.	1 a) 2 a)	Analizar, identificar, desarrollar modelos y crear	<input type="checkbox"/> L: 2 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 1 ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
Representé moléculas orgánicas a través de diferentes proyecciones.	1 b), c) y d) 2 b) 3 a)	Analizar, aplicar, desarrollar modelos y crear	<input type="checkbox"/> L: 5 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 1 a 4 ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr			

## Autoevaluación

- Los contenidos de esta lección son complejos y abstractos, ¿qué puedes mejorar en tus estrategias?
- Indica para qué sirve y da un ejemplo en que hayas aplicado las habilidades de: deducir, relacionar, comparar y desarrollar y usar modelos.
- ¿Cómo usaste la creatividad?, ¿por qué es importante tener una actitud creativa en ciencias?
- ¿Lograste tu meta de estudio?, ¿por qué?
- ¿Has aplicado alguna de las estrategias de estudio mencionadas en la página 171?

## Estereoisómeros geométricos

### Objetivo

Deducir la isomería geométrica en alquenos sencillos.

### Habilidades

Analizar, nombrar, deducir, desarrollar modelos, aplicar y explicar.

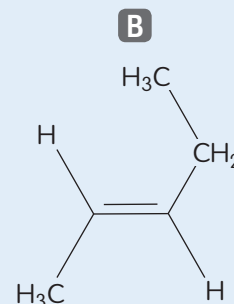
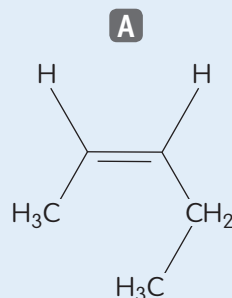
### Actitud

Pensamiento crítico.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos me ayudarán a realizar esta actividad?**

### Me preparo para aprender

1. Analiza los siguientes alquenos:



a. Nombra ambos compuestos:

**A** \_\_\_\_\_

**B** \_\_\_\_\_

b. ¿Consideras que ambos esquemas son la representación de la misma molécula? Por qué.

c. Construye con material reciclado un modelo de A.

d. ¿Crees que A se podría convertir en B? Justifica tu respuesta y argumenta, basado en la manipulación de tu modelo y en lo que ya conoces de la hibridación de los átomos de carbono de un alqueno.

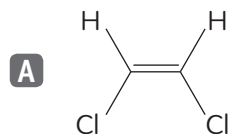
2. Explica de qué forma aplicaste el pensamiento crítico en el análisis de las representaciones. ¿Puedes mejorar en algún aspecto?

Ya estudiamos anteriormente los isómeros conformacionales y aprendimos que su principal característica es que pueden convertirse uno en otro bajo determinadas condiciones, en ocasiones incluso a temperatura ambiente como en el caso de la interconversión silla-silla del ciclohexano.

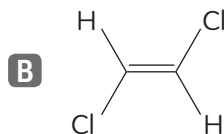
Existen otro tipo de estereoisómeros que no pueden interconvertirse uno en otro, tal es el caso de los alquenos, donde la presencia de carbonos con hibridación  $sp^2$ , impide la libre rotación sobre el enlace  $C=C$ . Lo mismo sucede con los alcanos cíclicos. Esta isomería se conoce como **isomería geométrica** o **isomería *cis* y *trans***.

## Isomería geométrica en los alquenos

Estos isómeros se caracterizan por producirse, generalmente, sobre un doble enlace carbono-carbono ( $C=C$ ), los cuales presentan los mismos radicales en los extremos de la cadena. Veamos el ejemplo de los isómeros *cis*-1,2-dicloroeteno y *trans*-1,2-dicloroeteno.



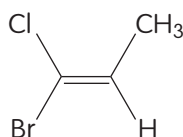
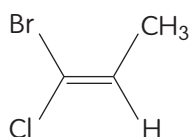
*cis*-1,2-dicloroeteno



*trans*-1,2-dicloroeteno

Como se puede observar, los isómeros poseen los mismos sustituyentes, cloro e hidrógeno; sin embargo, el isómero de la figura (A) tiene los radicales en forma adyacente, es decir, en el mismo plano, llamados isómeros *cis*. En la figura (B), los sustituyentes se encuentran en posiciones opuestas, por lo que son denominados isómeros *trans*.

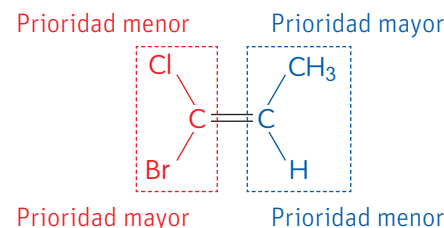
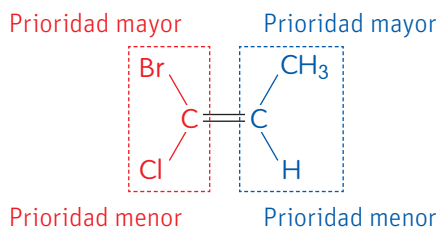
Analicemos la estructura del 1-bromo-1-cloropropeno. Este alqueno puede ser representado de dos formas, ¿qué estereoquímica (*cis* o *trans*) tendría cada uno de estos isómeros?



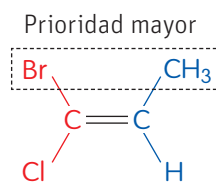
Existen muchos alquenos cuyos sustituyentes son diferentes por lo que no es evidente una configuración *cis* o *trans*. Ante esta situación la IUPAC adoptó un sistema de isómeros E/Z, basado en la prioridad de los átomos regida por una regla conocida como Regla de Cahn-Ingold-Prelog. Según esta regla, cada átomo tiene un orden de prioridad basado en el número atómico del átomo: un átomo de número atómico mayor tiene prioridad sobre uno de número atómico menor.

Entonces, para nombrar los alcanos siguiendo este tipo de nomenclatura (actualmente la preferida y recomendada por la IUPAC para los alquenos) se procede de la siguiente forma:

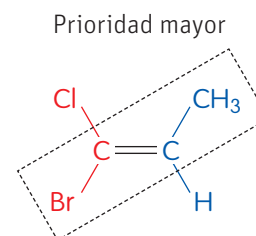
1. Se asigna la prioridad a cada uno de los sustituyentes de los carbonos  $sp^2$  (los que están en los extremos del doble enlace).



2. Se asigna estereoquímica Z cuando los dos átomos de mayor prioridad de cada carbono  $sp^2$  están en el mismo lado y E cuando están del lado contrario.



(Z)-1-bromo-1-cloropropeno



(E)-1-bromo-1-cloropropeno

### Grandes ideas de la ciencia

“Todo material del Universo está compuesto de partículas muy pequeñas”.

Los carotenos se consideran una familia de pigmentos que tienen propiedades antioxidantes.

Las moléculas de caroteno están presentes en vegetales como el tomate y la zanahoria.

El  $\beta$ -caroteno, miembro que da nombre a la familia de compuestos, es precursor de la vitamina A y su estructura fue determinada en 1930 por el químico suizo Paul Karrer, estudio que le hizo acreedor del Premio Nobel de Química en 1937.

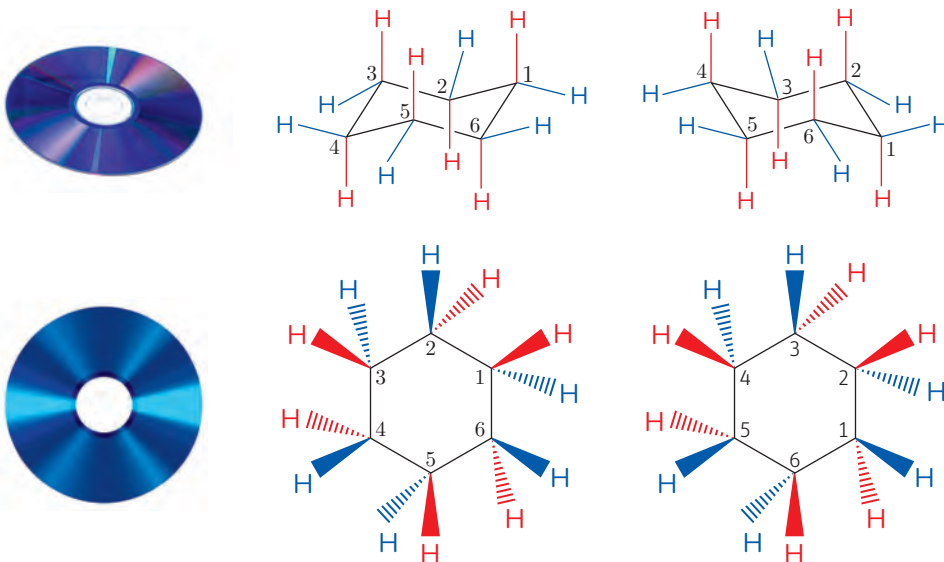
Existen consideraciones estructurales de los carotenos debido a las cuales solo algunos isómeros son estables. La mayoría de los carotenos naturales son isómeros *trans* (E), aunque también existen isómeros *cis* (Z).

- ¿Por qué es importante consumir alimentos con caroteno? Investíguelo con su profesor o profesora de Biología.

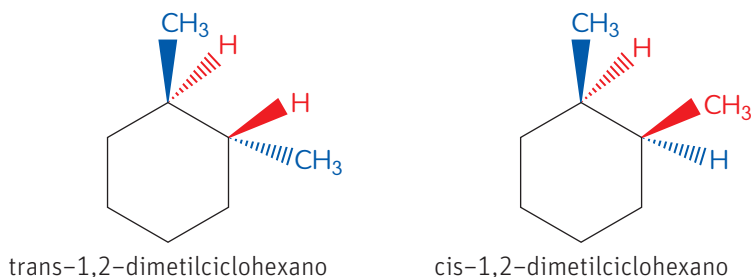


## Isomería geométrica en los cicloalcanos

Como mencionamos anteriormente, no solo los alquenos presentan isomería geométrica, los cicloalcanos también la comparten. Si tomamos la silla del ciclohexano, y luego le damos vuelta a la molécula hacia adelante como se hace con el disco compacto en la secuencia, podemos ver que hay átomos de hidrógeno que nos quedan delante del plano y otros que quedan detrás del plano, independientemente de si ocupan una orientación axial o ecuatorial.



Cuando estamos en presencia de un ciclohexano disustituido, como, por ejemplo, el 1,2-dimetilciclohexano, debe especificarse en qué orientación se encuentran los sustituyentes en el espacio; es por eso que cuando ambos sustituyentes se encuentran del mismo lado del plano del anillo se identifica como *cis* y cuando están en lados contrarios como *trans*.



### INDAGACIÓN Científica Transversal

Retomemos nuestra investigación inicial. Respecto de la estructura de la sacarosa:

1. ¿Consideran que podría experimentar isomería geométrica?
2. Dibujen la estructura de la sacarosa y enriquezcan su investigación con información sobre su composición.
3. Infórmense sobre la existencia de los monosacáridos y los polisacáridos y evalúen de qué forma lo investigado puede ayudarlos en su proceso de investigación.
4. Realicen los ajustes necesarios a la estrategia de investigación de acuerdo a los nuevos antecedentes.

## TALLER de estrategias

### Cómo encontrar la conformación más estable de un alcano disustituído

#### Situación problema

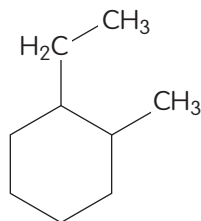
¿Cuál es la conformación más estable del *cis*-1-etil-2-metoxiciclohexano?

#### Paso 1 Identifica la incógnita y la información con que se cuenta

Se pregunta por la conformación más estable de un ciclohexano disustituído, cuyos sustituyentes se encuentran en el mismo lado del plano.

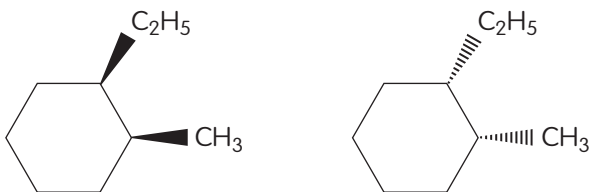
#### Paso 2 Registra los datos

Con el nombre de la molécula podemos dibujar la molécula en dos dimensiones:

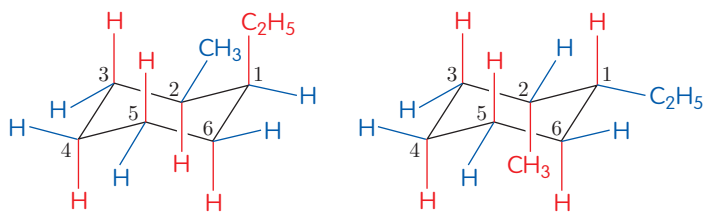


#### Paso 3 Aplica un método

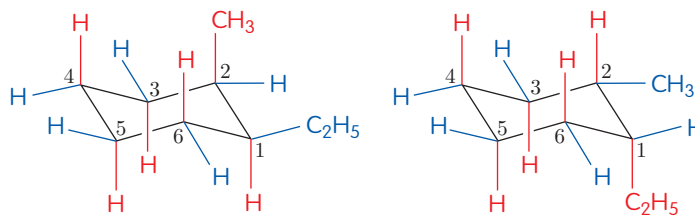
1. Dibuja el anillo con todas las opciones de sustituyentes solicitados.



2. Construye todas las posibilidades de silla que encuentres, haciendo una rotación del anillo, como hicimos en la página anterior con el disco.



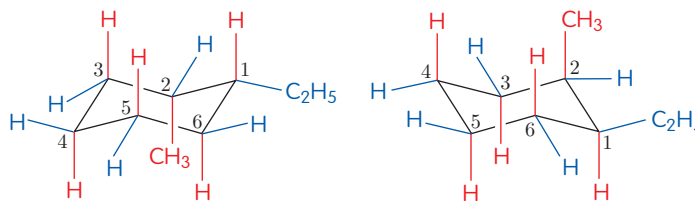
3. Practica la interconversión silla-silla. (Recuerda que los enlaces que quedan ecuatoriales en una silla pasan a axiales en otra silla y lo mismo con los axiales que pasan a ecuatoriales).



4. Analiza las interacciones 1,3-diaxial para encontrar las configuraciones más estables. En este caso, siempre uno de los sustituyentes quedará en posición axial, por ende, para encontrar la más estable, el sustituyente más voluminoso deberá quedar ecuatorial, porque es más fuerte este tipo de interacción con sustituyentes de mayor volumen que con los de menor volumen.

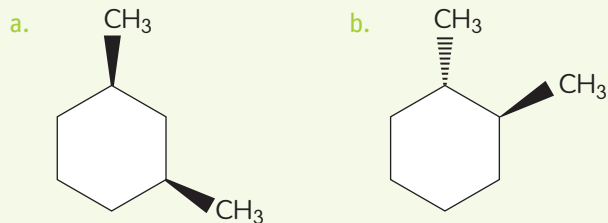
#### Paso 4 Responde

Finalmente se dibujan las conformaciones más estables.



#### Aplica

1. Dibuja la conformación más estable para las siguientes moléculas:



## Enantiómeros

### Objetivo

Deducir la relación entre un tipo de isomería y la imagen especular.

### Habilidades

Crear, analizar y deducir.

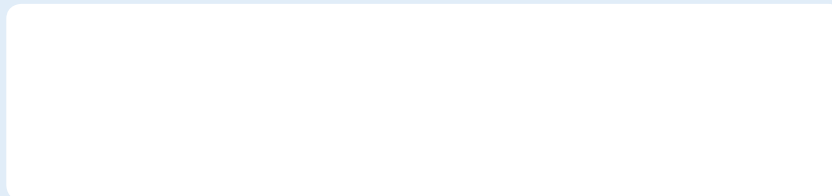
### Actitudes

Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.  
Creatividad.

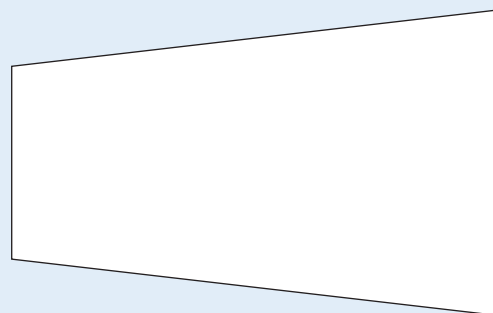
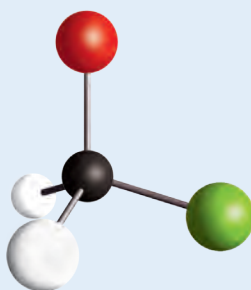
### ¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos me ayudarán a realizar esta actividad?

## Me preparo para aprender

1. Toma una hoja de papel y marca en ellas tus dos manos. Pinta la mano izquierda de rojo y la derecha, de azul. Recórtalas.
  - a. Coloca un recorte encima de otro, manteniendo en los dos la parte coloreada hacia arriba. Dibuja el resultado.



- b. Toma uno de los recortes y colócalo delante de un espejo. Compara el reflejo con el otro recorte y llega a conclusiones sobre tus dos manos.
- c. Analiza el siguiente compuesto químico e imagina su imagen en un espejo. Dibújalo en el recuadro.



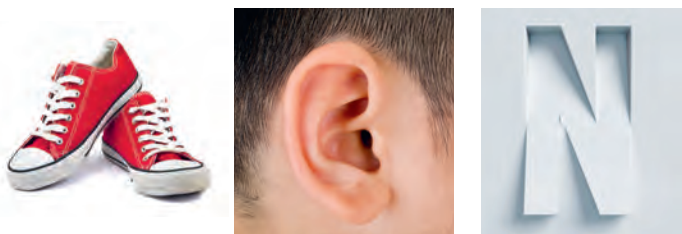
2. A la luz de lo que hemos estudiado hasta ahora, ¿te parece que la creatividad es una cualidad que deben tener los científicos?, ¿para qué les sirve?

## La quiralidad y los centros estereogénicos

Cuando miramos nuestras manos podemos comprobar que son casi idénticas, sin embargo, si las colocamos ambas volteadas con las palmas hacia arriba, y tratamos de poner una encima de la otra, nos daremos cuenta de que el dedo pulgar de la mano izquierda no coincide con el de la mano derecha. Nuestra mano derecha es la imagen especular de

nuestra mano izquierda y, por ende, no se pueden superponer. A este fenómeno se le conoce como quiralidad. El fenómeno de la quiralidad se relaciona estrechamente con la simetría: los objetos que presentan un plano de simetría no son quirales, por ejemplo:

### Objetos que no presentan plano de simetría (quirales)

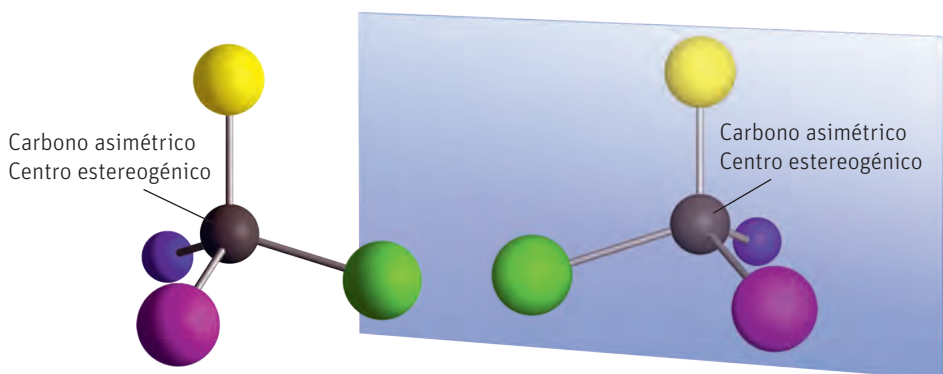


### Objetos que presentan plano de simetría (aquirales)



A principios del siglo XIX, cuando Jean Baptiste Biot descubrió que habían sustancias que tenían la capacidad de desviar el plano de la luz polarizada, estaba muy lejos la comunidad científica de comprender la razón de esta propiedad. No fue hasta que Pasteur descubrió la peculiaridad en los cristales de ácido tartárico que se relacionó el descubrimiento de Biot con la presencia de pares de sustancias que eran imagen especular no superponibles.

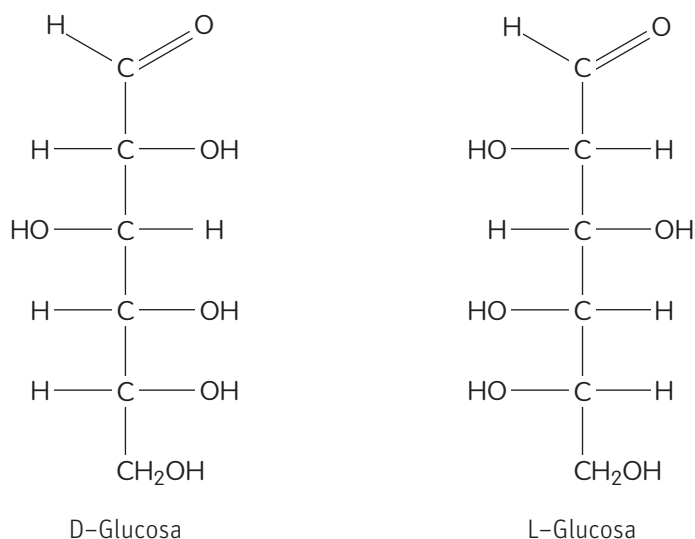
Cuando un átomo de carbono con hibridación  $sp^3$  tiene unidos cuatro átomos o grupos de átomos diferentes es capaz de existir en dos formas, siendo una la imagen especular de la otra, a lo que se denomina **enantiómeros** y siendo el carbono en cuestión un **centro estereogénico**.



¿Qué relación tiene el descubrimiento de Biot con la presencia de un centro estereogénico en la molécula?

Cuando una molécula posee un centro estereogénico es capaz de desviar el plano de la luz polarizada y cuando esto ocurre se dice que la molécula es **quiral** y **ópticamente activa**. Dos enantiómeros desvían el plano de la luz polarizada en la misma magnitud, pero en sentidos opuestos.

Por ejemplo, existen dos formas enantioméricas de la glucosa (imágenes especulares), una de ellas desvía el plano de la luz polarizada en la misma magnitud, una hacia la derecha y la otra hacia la izquierda.



### CONECTANDO CON...

#### La química de los medicamentos

La penicilina V (fenoximtilpenicilina) es un antibiótico que fue aislado del moho *Penicillium*. Este fármaco ampliamente utilizado tiene la configuración 2S, 5R, 6R. Su enantiómero, que no existe en la naturaleza, ha sido posible de preparar en el laboratorio y carece de actividad biológica.

Sintetizar y administrar un enantiómero que no sirve para determinada función no es recomendado, pues se conocen muchos ejemplos de que la presencia del enantiómero "malo" es una mezcla racémica y puede afectar la capacidad del organismo para utilizar al enantiómero "correcto", o bien tiene efectos farmacológicos indeseables.

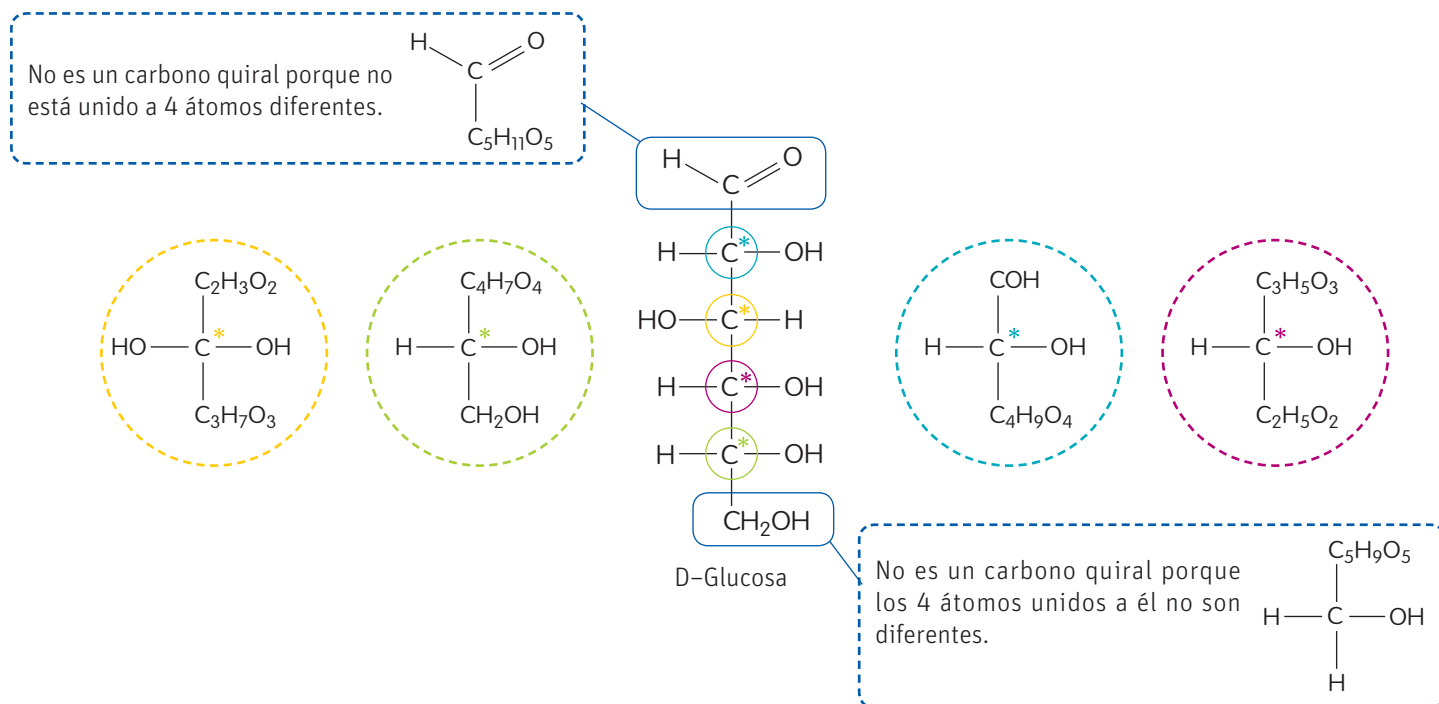
Fuente: <http://medicina.usac.edu.gt/quimica/quiral/aplicaciones.htm>

### Muy interesante...

En la nomenclatura D y L, a pesar de que la D significa dextrógira y la L, levógira, no guarda relación con el lado hacia el cual un compuesto ópticamente activo desvía el plano de la luz polarizada. La configuración D y L se conocen como configuración relativa, pues solo hace referencia a un átomo de carbono específico.

En el caso de la glucosa, el isómero D tiene el grupo OH del penúltimo carbono orientado hacia la derecha en la proyección de Fisher y el isómero L, hacia la izquierda.

El que la glucosa exista en dos formas enantioméricas no significa que tenga solamente un centro estereogénico. ¿Cuántos carbonos asimétricos o centros estereogénicos tiene la D-glucosa?



Como se puede ver en la imagen anterior, la glucosa tiene cuatro carbonos asimétricos o centros estereogénicos. Los centros estereogénicos en una molécula se señalan con \* sobre el átomo de carbono (C\*).

## Actividad

### Objetivo

Identificar centros asimétricos en una molécula orgánica

### Habilidades

Analizar, aplicar, identificar, desarrollar modelos e investigar.

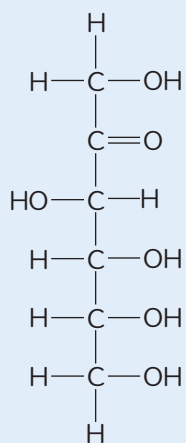
### Actitudes

Valoración y cuidado de la salud.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos nos ayudarán a realizar esta actividad?**

1. La fructosa es un isómero de función de la glucosa y se puede encontrar en los vegetales, las frutas y la miel. Organizados en grupos de tres personas, realicen las siguientes actividades:

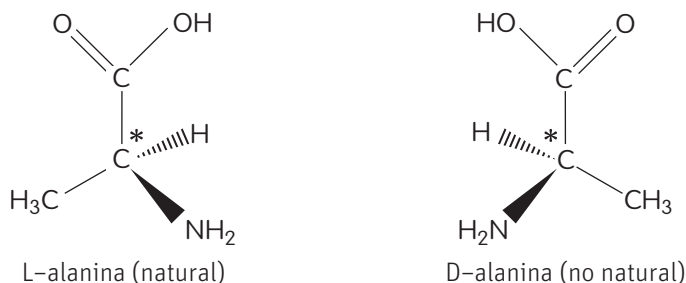
- a. Señala en la estructura de la fructosa los centros estereogénicos y representa su enantiómero.



- b. Investiga cuáles son los beneficios y riesgos de la fructosa para la salud. Presenta un breve informe para Biología y Química.

## Configuraciones R y S

La alanina es un aminoácido no esencial muy importante para la síntesis de proteínas. La alanina se puede encontrar en dos formas enantioméricas:

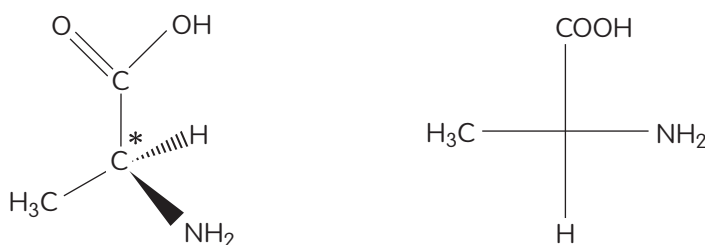


Las dos formas enantioméricas de la alanina se diferencian en la forma en que se disponen los cuatro grupos de átomos enlazados al carbono asimétrico. Cualquier átomo de carbono asimétrico tiene dos formas posibles de disponer los átomos o grupos de átomos enlazados a él y a esto se le conoce como configuraciones, las cuales se designan con la letra R o S.

Para determinar la configuración R o S de un centro estereogénico hay que seguir la Regla de Cahn-Ingold-Prelog (regla CIP) que permite establecer la prioridad que tienen los átomos:

### Paso 1. Dibujar la molécula

Dibujamos la molécula en perspectiva o mediante la proyección de Newman. En este caso trabajaremos con las dos en paralelo a modo de ejemplo. Si se dibuja en perspectiva es importante que el átomo de menor prioridad quede detrás del plano, lo más alejado posible del observador:

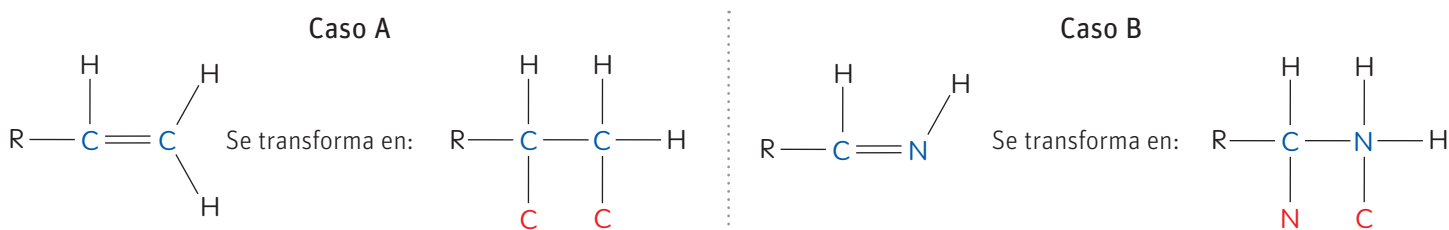


### Paso 2. Asignar prioridad

Asignamos la prioridad a los átomos enlazados al carbono asimétrico: 1 es la máxima prioridad y 4 la menor prioridad.

Según la regla CIP:  $N^1 > C^2 = C^2 > H^4$

Hasta este punto tenemos claras las prioridades 1 y 4, pues hay dos posiciones ocupadas por dos átomos de C que tienen la misma prioridad. Cuando esto pasa, analizamos el átomo siguiente, y aquí se pueden generar diferentes situaciones, en las cuales el átomo a analizar puede tener un doble o un triple enlace. En estos casos imaginariamente se rompe el enlace múltiple y se duplican los átomos:



### CONECTANDO CON...

#### La literatura

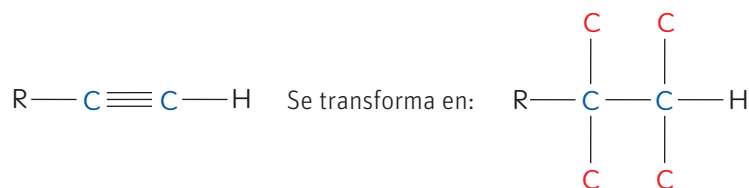


Cuando hablamos de literatura policiaca o de suspenso, lo primero que pensamos es en la escritora británica Agatha Christie, con más de 60 novelas en el género que han cautivado a innumerables lectores

desde 1920 hasta nuestros días. Uno de los aspectos que llama la atención de sus obras es el recurrente uso de los venenos y el vasto conocimiento que al parecer ella tenía sobre las sustancias químicas y su efecto sobre el cuerpo humano.

Según el sitio Mujeres con ciencia (<http://mujeresconciencia.com>), aunque Christie no fue entrenada formalmente como farmacéutica, llegó al mundo de los productos farmacéuticos como enfermera voluntaria durante la Primera Guerra Mundial. Mientras servía en el Hospital Torquay de la Cruz Roja se entrenó en el trabajo y se convirtió en una auxiliar de farmacia. Incluso, al parecer, tuvo la idea de escribir una historia de detectives durante el tiempo de inactividad en la farmacia del hospital. Seguramente su fuente extraordinaria de inspiración fueron los venenos que la rodeaban en el dispensario, así como los libros de referencia farmacéutica y libros médicos que se hallaban en este mismo lugar.

## Caso C



## Caso D



Si el carbono analizado tiene un enlace doble con otro átomo se considera que está unido a dos átomos iguales:



Visto esto queda claro que el carbono que está unido a tres átomos de oxígeno tiene mayor prioridad que el que está unido a 3 átomos de hidrógeno, quedando establecidas las prioridades de la siguiente forma:



### Paso 3. Analizar la dirección en que aumenta la prioridad

Luego de establecidas las prioridades, se analiza la dirección en que aumenta la prioridad. Si este incremento está a favor de las manecillas de reloj, la configuración de la molécula será R, si es contrario a las manecillas de reloj, será S.

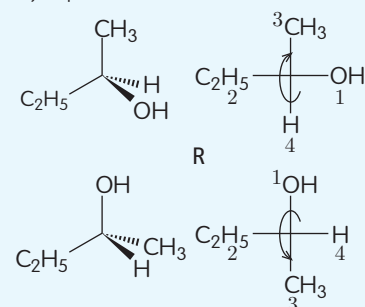


En este caso, la configuración del aminoácido representado es S, pues la flecha que indica el orden ascendente de los sustituyentes apunta en contra de las manecillas del reloj.

### Muy interesante...

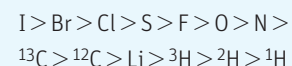
Si trabajamos con la molécula en proyección de Newman, debemos tener en cuenta que si el átomo de menor prioridad queda en la vertical, luego de establecer las prioridades y determinar la configuración, esta va a ser la configuración real. En caso que el átomo de menor prioridad esté en la horizontal, una vez establecida la prioridad, la configuración real va a ser contraria a la determinada por el giro: si el giro es la izquierda la configuración es S, pero como el átomo de menor prioridad está en la horizontal, la configuración real será R.

Ejemplo:



S, pero como el H está en la horizontal es R.

Ejemplos de prioridad según la regla CIP:



## Actividad

### Objetivo

Designar configuraciones R y S a compuestos orgánicos.

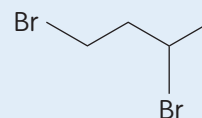
### Habilidades

Identificar y desarrollar y usar modelos.

### Actitudes

Esfuerzo, perseverancia y responsabilidad.

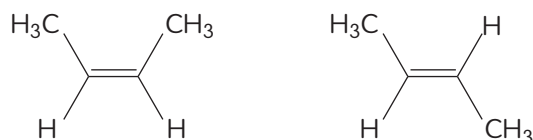
1. Dibuja los dos enantiómeros de la siguiente molécula y designa a cada uno según su configuración R y S. Auxíliate de un modelo de la molécula creado con plastilina y palos de fósforos.



2. ¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos te ayudaron a desarrollar esta actividad?

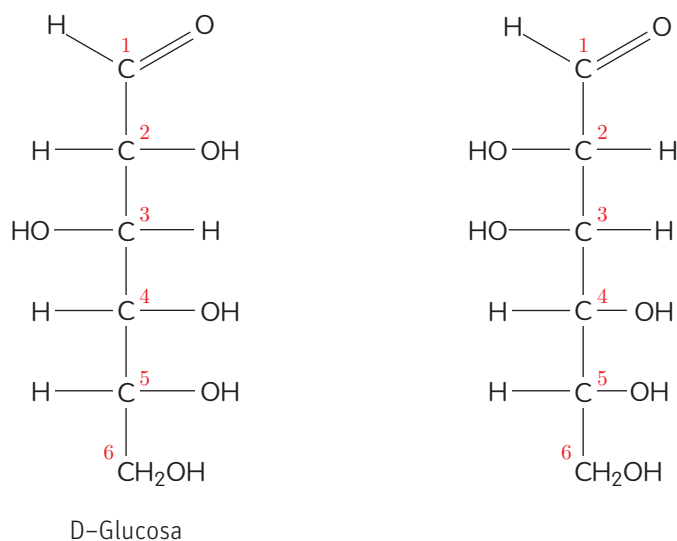
## Los diasteroisómeros

Existen isómeros que no constituyen imágenes especulares uno de otro, por ejemplo, ya estudiamos los isómeros estructurales en los alquenos; ellos tienen la misma fórmula molecular, pero no son imágenes especulares y no son superponibles. Se diferencian entre sí en la disposición espacial de los sustituyentes. Estos compuestos son conocidos como diasteroisómeros.



Pero los alquenos no son los únicos compuestos capaces de presentar diasteroisómeros. Los compuestos que contienen más de un centro estereogénico y tienen la capacidad de desviar el plano de la luz polarizada también tienen sus diasteroisómeros.

Retomemos la D-glucosa, donde existen 4 centros estereogénicos. Si hacemos una rotación al C2 de la D-glucosa, el compuesto que obtenemos ya no es un enantiómero de la D-glucosa, pues no es una imagen especular de ella.



D-Glucosa

Los compuestos con  $n$  cantidad de centros estereogénicos tendrán una cantidad de estereoisómeros igual a  $2^n$

## Actividad

### Objetivo

Determinar el número de estereoisómeros de un compuesto.

### Habilidades

Analizar y aplicar.

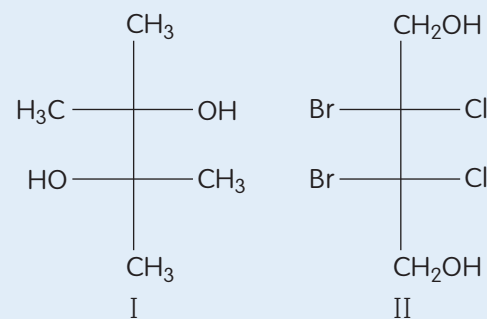
### Actitudes

Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.

1. De los siguientes compuestos:

- Señala los centros estereogénicos y su configuración R o S.
- ¿Cuál de los dos compuestos es quiral? Determina el número de estereoisómeros que tiene.

2. ¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos te ayudaron a desarrollar esta actividad?



## Científicas del siglo XXI

La Stevia se utiliza principalmente como endulzante natural y se puede encontrar como extracto de hojas, en polvo o de forma líquida. Sin embargo, no se había caracterizado como excipiente en el diseño y desarrollo de formulaciones farmacéuticas, hasta que un grupo de científicas de la Universidad de Concepción logró darle un interesante uso en formulaciones farmacéuticas que beneficiaría principalmente a pacientes diabéticos, ya que podrían contar con medicamentos exentos de azúcar. “La tendencia mundial en medicina apunta a la farmacología personalizada, es decir, obtener mejores formulaciones centradas en la persona y sus necesidades”, explica la Dra. Jacqueline Sepúlveda, profesora titular del Departamento de Farmacología y directora de la Academia de Innovación U de C.

Fuente: <http://www.estrategia.cl/25410/Titulo>



# Propiedades de los enantiómeros, las mezclas racémicas y las formas meso

## Objetivo

Analizar las diferencias entre enantiómeros.

## Habilidades

Analizar, interpretar, comparar, desarrollar y usar modelos.

## Actitudes

Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.

**¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes previos me ayudarán a realizar esta actividad?**

## Me preparo para aprender

- En la siguiente tabla se muestran algunas propiedades de los enantiómeros del 2-butanol medidas en las mismas condiciones de temperatura y presión. A partir de ella, desarrollen las siguientes actividades en grupos de tres personas:

Propiedad	R-2-butanol	S-2-butanol
Rotación óptica	-13,52	+ 13,52
Temperatura de ebullición	99,5 °C	99,5 °C
Densidad	0,808 g/mL	0,808 g/mL
Índice de refracción	1,397	1,397

- Representen los datos en un gráfico.
- Representen los isómeros R y S del 2-butanol.

- ¿En qué se diferencian ambos enantiómeros?

- Si tuviéramos una mezcla 1:1 de ambos enantiómeros, ¿cuales propiedades se mantendrían iguales a la de los enantiómeros puros y cuáles variarían? ¿Cuál creen que sería el valor de la propiedad que variaría?

- ¿Qué pasos siguieron para interpretar los datos de la tabla?

Los enantiómeros tienen las mismas propiedades físicas y químicas. Su única diferencia radica en el sentido en que desvían el plano de la luz polarizada, es decir, su actividad óptica. A pesar de eso, en la naturaleza predominan los compuestos quirales, pero existen preferencias por uno u otro enantiómero. Así, las proteínas están formadas por aminoácidos del tipo L, mientras que los azúcares y los hidratos de carbono, en general, prefieren el enantiómero D. Por ejemplo, ya vimos anteriormente las dos formas enantioméricas de la glucosa, la D-glucosa y la L-glucosa. Ambas tienen las mismas propiedades, pero el organismo solo reconoce la forma D de la glucosa.

Como se puede apreciar en los ejemplos anteriores, los enantiómeros generalmente tienen diferentes propiedades biológicas. Esta diferencia radica fundamentalmente en que para que un compuesto sea biológicamente activo debe

## CONECTANDO CON...

### La biología

La nomenclatura D y L no se usa para nombrar todos los compuestos orgánicos, sino específicamente para designar azúcares y aminoácidos. En el caso de los azúcares, como ya se mencionó, se considera la posición del OH unido al penúltimo carbono, por ser el carbono asimétrico más alejado del grupo aldehído o cetona, pero en el caso de los aminoácidos se tiene en cuenta la posición del NH<sub>2</sub> unido al segundo carbono.

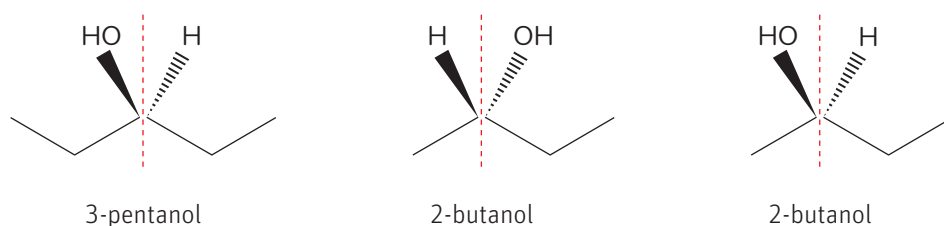
ser reconocido estructuralmente por un receptor adecuado, con una estructura complementaria. Al ser los receptores biológicos compuestos quirales, solo un enantiómero se ajusta a su estructura, como un zapato derecho solo se puede colocar correctamente en un pie derecho.

Existen muchos compuestos que consisten en la mezcla de dos enantiómeros en igualdad de proporciones y a esto se conoce como **mezcla racémica** o **racemato**. Las mezclas racémicas no son ópticamente activas, pues al ser una mezcla equimolar (la misma cantidad de ambos enantiómeros), la capacidad de desviar la luz polarizada de los dos se anula por tener signo contrario e igual magnitud.

A diferencia de los isómeros conformacionales, los enantiómeros y los diastereoisómeros es posible separarlos, los segundos con mayor facilidad que los primeros. Separar los enantiómeros presentes en una mezcla racémica (también conocida como resolución de una mezcla racémica), debido a que sus propiedades son iguales, no es tarea fácil, pues no se pueden usar las técnicas convencionales.

A pesar de que los racematos no son capaces de desviar la luz polarizada sí están formados por compuestos ópticamente activos a diferencia de los compuestos meso. Los compuestos meso son compuestos ópticamente inactivos (no desvían el plano de la luz polarizada), sin embargo, tienen carbonos asimétricos.

Comparemos el 3-pentanol y el 2-butanol. Ambos compuestos tienen un carbono asimétrico en su estructura, sin embargo, el 3-pentanol no es capaz de desviar el plano de la luz polarizada. Esto se debe a que el 3-pentanol, a diferencia del 2-butanol, es una molécula que a nivel global tiene un elemento de simetría, y esta es la razón de su inactividad.



## Actividad

### Objetivos

Determinar el número de estereoisómeros de un compuesto e investigar sobre enantiómeros en medicamentos.

### Habilidades

Observar, analizar, aplicar, usar modelos, concluir e investigar.

### Actitudes

Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.

Desarrollen las siguientes actividades en parejas:

1. Tomen la molécula de 3-pentanol y experimenten un giro de  $180^\circ$  alrededor del eje. Dibujen lo que ven. Realicen la misma operación con los dos isómeros del 2-butanol y comparen los resultados obtenidos. ¿Qué observan?, ¿a qué conclusión llegan?
2. Investiguen sobre los enantiómeros en la medicina y respondan la siguiente pregunta: ¿es habitual encontrar fármacos que sean mezclas de enantiómeros? Mencionen algunos ejemplos y explíquenlos. Elaboren un informe por escrito y preparen una presentación para exponerla frente al curso.
3. Se tiene una mezcla formada por los enantiómeros R y S de un compuesto X. Al analizar la mezcla en un polarímetro se documenta que la luz polarizada se desvía en  $-10^\circ$ . Si se conoce que el enantiómero R, en su forma enantioméricamente pura, desvía el plano de la luz polarizada con un ángulo de  $+23^\circ$ :
  - a. ¿Crees que estamos en presencia de una mezcla racémica?
  - b. En caso de que tu respuesta anterior sea afirmativa, explica tu razonamiento. En caso de que tu respuesta sea negativa, explica cuál de los enantiómeros está en mayor proporción.

## Representando moléculas en el espacio

### Materiales

- Pelotas de plumavit de dos tamaños diferentes (10 más grandes, de las cuales 8 deberán haber sido pintadas previamente de negro y 2 de rojo) y 12 pelotas más pequeñas de color blanco.
- Un paquete de palos de brochetas.
- Transportador.
- Lámpara.

### Alternativa:

Los materiales anteriores pueden ser reemplazados por plastilina y palos de fósforos o por material reciclable.

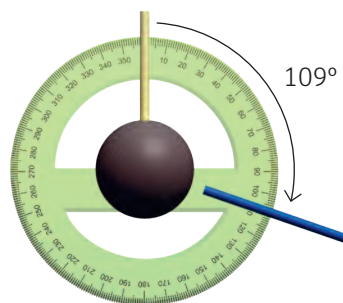
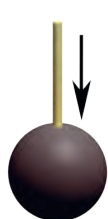
A lo largo de la lección han podido comprobar que las moléculas, a pesar de su tamaño, ocupan un lugar en el espacio, es decir, tienen una estructura tridimensional que la estereoquímica se encarga de estudiar. Nadie puede entender la química, la biología o la bioquímica, sin la comprensión del comportamiento de las moléculas en el espacio.

Con el objetivo facilitar el estudio de la estereoquímica y algunas otras ramas de la química, se han creado modelos que representan las moléculas. En esta actividad te guiaremos en la preparación de una caja de modelos moleculares que te servirá para representar diferentes moléculas y contribuirá a la comprensión de la isomería y la quiralidad. Para ejemplificar, en las instrucciones utilizaremos solo una molécula, pero ustedes, junto con su profesor o profesora, podrán determinar todas las que deseen modelar.

Formen grupos de cinco personas y procedan de la siguiente forma:

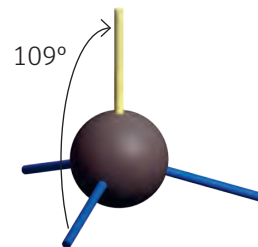
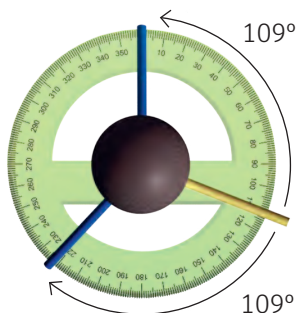
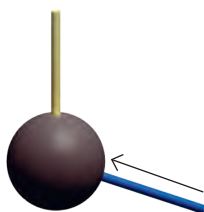
### Procedimiento

#### A. Representado el carbono con hibridación $sp^3$



1. Tomen una pelota de plumavit negra (carbono) y colóquense un palo de brocheta de modo que quede seguro.

2. Tomen un segundo palo de brocheta y, usando un transportador, colóquense con un ángulo de  $109^\circ$ .



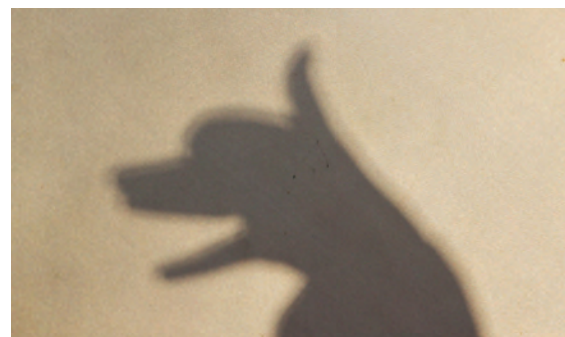
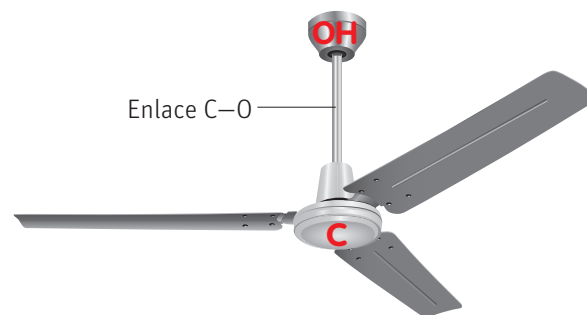
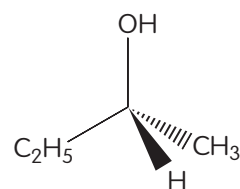
3. Inserten el palo de brocheta lo suficientemente profundo como para que quede seguro dentro de la pelota. Respeten el ángulo medido.

4. Conecten un tercer palo de brocheta de manera que quede también a un ángulo de  $109^\circ$  del anterior.

5. Coloquen el cuarto palo de brocheta como se muestra en la figura. Finalmente, entre cada palo deberá quedar un ángulo de  $109^\circ$ . Cerciérense de esto, usando el transportador.

## B. Representando moléculas quirales

1. Teniendo en cuenta que las pelotas negras representan el átomo de carbono, las rojas el oxígeno y las blancas los hidrógenos, representen en su modelo de carbono con hibridación  $sp^3$  la molécula de la derecha.
2. Tomen su molécula por el enlace C—O y denle vueltas con sus dedos como si los tres enlaces que quedan hacia abajo fueran las aspas de un ventilador. Durante la operación, vayan haciendo paradas y dibujen las distintas posiciones de los átomos enlazados al carbono central.
3. Peguen una hoja en blanco en la muralla. Enciendan la lámpara y jueguen con sus manos a hacer sombras sobre el papel. Repitan el juego de luces y sombras, pero esta vez usen la molécula. Al proyectar la sombra, remárquenla sobre el papel. Enseguida cambien el papel, giren la molécula y vuelvan a dibujar. Representen así diferentes proyecciones.
4. Usen las pelotas restantes para representar la molécula resultante de la proyección en el papel de la muralla.



### Análisis de evidencias, conclusiones y comunicación de resultados

- a. Determinen la configuración R o S de cada una de las representaciones de las actividades 2 y 3 anteriores. ¿Tienen todas la misma configuración? ¿Por qué?

- b. Tomen los modelos creados en las actividades 1 y 4 y analícenlos detenidamente. ¿Son la misma molécula? ¿Habrá alguna forma de convertir una molécula en la otra? ¿Cuál?

- c. Presenten un informe con sus observaciones, análisis y conclusiones.

### Coevaluación

Marquen las actividades que sí realizaron:

- Primero, reunimos los materiales.
- Luego, leímos el procedimiento para comprenderlo.
- Llevamos a cabo el procedimiento, respetando las normas de seguridad.
- Ajustamos el procedimiento, respetando los pasos descritos.
- Registramos las observaciones adecuadamente.
- Analizamos las evidencias y llegamos a conclusiones.
- Elaboramos el informe con las observaciones, dibujos, análisis y conclusiones.
- Nos organizamos y distribuimos las tareas, considerando las habilidades de cada uno.
- Trabajamos de manera ordenada y limpia.
- Trabajamos de manera responsable y colaborativa.



La detección de azúcares en alimentos es una práctica habitual en la industria alimenticia. De hecho en la etiqueta nutricional es obligatorio incluir los azúcares, ya que su consumo debe ser moderado. No obstante, actualmente existe una discusión importante sobre sus beneficios y peligros. Por eso, para desarrollar nuestra investigación sobre la sacarosa trabajaremos en conjunto con las áreas de Biología y Lenguaje. ¡Empecemos!

### Informe de diseño experimental

Antes de realizar la investigación, elaboren un informe para presentar a su profesor o profesora de Química, de modo que lo puedan discutir con él o ella antes de llevarlo a cabo. El informe debe contener:

1. Pregunta de investigación, identificando las variables consideradas (ver página 227 del anexo de Habilidades de investigación).
2. Comentario respecto de las metas, estrategias y dificultades planteadas en la página 112 y cómo ellas fueron cambiando a lo largo del proceso.
3. Conocimientos, habilidades y actitudes aprendidas a lo largo de la unidad que necesitarán para llevar a cabo la investigación, fundamentando en cada caso por qué son necesarias.
4. Formulación de hipótesis y objetivos (ver páginas 227 y 228).
5. Investigación bibliográfica sobre diferentes procedimientos que se utilizan para detectar sacarosa y breve evaluación de cada uno de ellos.
6. Planificación de tres diseños experimentales diferentes, basándose en la investigación anterior y considerando las etapas de cada procedimiento, la definición de materiales y la asignación de tareas y tiempos (ver páginas 228 y 229).

Determinen un día y hora en el cual se puedan reunir con su profesor o profesora para comentar el informe, seleccionar el diseño experimental que llevarán a cabo, ajustar aquellos aspectos que lo requieran y dar inicio a la investigación, definiendo fechas y la forma en que se procederá para ejecutarla. Luego, desarrollen la investigación, considerando los anexos finales del libro (páginas 227 a 237).

Sistema de colores para representar los elementos químicos (sistema CPK)

	Hidrógeno	Blanco
	Carbono	Negro
	Nitrógeno	Azul
	Oxígeno	Rojo
	Flúor, Cloro	Verde
	Bromo	Café
	Yodo	Violeta
	Azufre	Amarillo

## Comunicación de resultados

Para dar a conocer este proyecto, elaboraremos una revista temática dedicada al tema de la sacarosa, la cual será distribuida para todos los apoderados del colegio y estudiantes a partir de 1º Medio. Para ello, consideren los siguientes puntos:

- 1. Introducción:** descripción del problema y relevancia para la comunidad desde el punto de vista de la salud.
- 2. Marco teórico:** reportaje sobre la sacarosa desde un punto de vista químico, biológico y nutricional. En el caso de los aspectos químicos más relevantes, consideren complementar su explicación creando modelos bidimensionales o tridimensionales.
- 3. Entrevistas:** entrevista a un nutricionista y a un médico.
- 4. Investigación:** exposición de la investigación experimental desarrollada por ustedes. Para ello deben considerar los puntos que se detallan en el recuadro de la derecha.
- 5. Recomendaciones:** consejos de consumo para la comunidad.

### Exposición de la investigación

- Pregunta de investigación, objetivo, hipótesis y predicciones.
- Descripción y evaluación de diferentes procedimientos que se emplean para detectar sacarosa.
- Descripción del procedimiento experimental escogido, considerando etapas y materiales.
- Exposición de resultados cuantitativos y cualitativos, utilizando TICs (ver páginas 230 y 231).
- Análisis e interpretación de resultados: identificación de variables, destacando su importancia; establecimiento de relaciones entre los resultados y el objetivo y la hipótesis (ver página 231).
- Evaluación del diseño experimental realizado (ver página 231).
- Conclusión final.

## Evaluación del trabajo realizado

Coevalúen su trabajo, considerando los siguientes aspectos:

Indicadores	PL	ML	L	Comentarios
A lo largo del proceso fuimos ajustando las metas y estrategias definidas inicialmente.				
Investigamos diferentes procedimientos para extraer sacarosa y adaptamos aquellos que eran factibles de implementar.				
Construimos un marco teórico, basándonos en los conocimientos adquiridos de química y complementando con otros conocimientos de biología y nutrición.				
Complementamos las explicaciones del marco teórico con modelos bidimensionales y tridimensionales.				
El diseño experimental escogido fue coherente con la pregunta de investigación, las predicciones y la hipótesis.				
Describimos el proceso experimental considerando materiales y etapas.				
Expusimos los resultados cuantitativos y cualitativos, usando TICs y procedimientos matemáticos y estadísticos.				
Analizamos e interpretamos la evidencia, relacionándola con la hipótesis, los objetivos y el marco teórico, y comparando con datos de otras investigaciones.				
Utilizamos instrumentos, herramientas y materiales en forma correcta y respetando las medidas de seguridad.				
Comunicamos el proceso de indagación por medio de un folleto de salud atractivo, claro, ordenado y bien presentado.				
Trabajamos eficiente y respetuosamente en equipo.				
PL = Por lograr; ML = Medianamente logrado; L = Logrado				

### Conocimientos:

- Representación e identificación de isómeros geométricos.
- Identificación de centros asimétricos.
- Representación de isómeros.

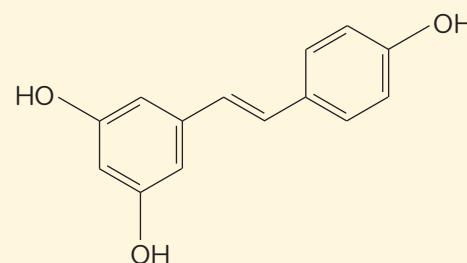
### Habilidades:

Identificar, analizar, aplicar y desarrollar modelos.

### Actitudes:

- Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.
- Reconocimiento de la importancia del entorno natural y sus recursos.

1. El resveratrol es un fenol de origen natural que se produce en algunas plantas como respuesta al ataque de algunos patógenos. Este compuesto se puede encontrar en frutos como la uva, el arándano y las moras.



### Analiza y aplica

- a) ¿Qué isómero está representado en la imagen? Explica detalladamente el método que seguiste para designarlo.

### Analiza, aplica y desarrolla modelos

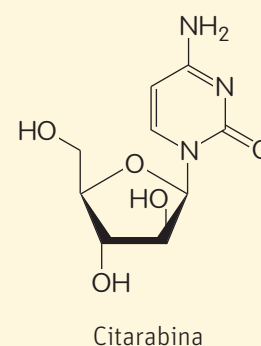
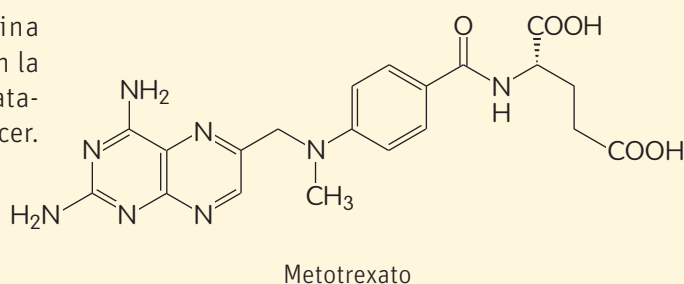
- b) Representa el isómero estructural del resveratrol.

2. El ciclohexano de manera natural se encuentra en todos los tipos de petróleo crudo en concentraciones de 0,1 % – 1,0 %. La mayor parte del ciclohexano se emplea en la producción de nylon.

### Desarrolla modelos

- a) Representa el ciclohexano en sus conformaciones más estables.

3. El metotrexato y la citarabina son dos fármacos utilizados en la actualidad para el efectivo tratamiento de algunos tipos de cáncer.



#### Analiza y aplica

- a) ¿Consideras que ambos fármacos son quirales? Explica tu respuesta.

---



---



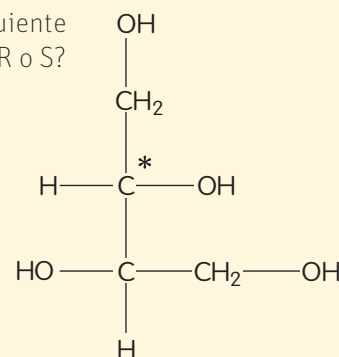
---

#### Identifica y aplica

- b) Señala en la estructura de ambos fármacos los centros estereogénicos que presentan.

#### Aplica

- c) Si un centro estereogénico de uno de estos fármacos tuviera la siguiente proyección de Newman, ¿el carbono señalado tendría estereoquímica R o S?



## ¿Cómo terminas?

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítems	Habilidades	Nivel de desempeño
Identifiqué y representé isómeros geométricos.	1 a) y b) 2	Analizar, aplicar y desarrollar modelos	<input type="checkbox"/> L: 3 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 1 o 2 ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
Identifiqué moléculas quirales y centros estereogénicos en compuestos estructuralmente complejos, así como su estereoquímica.	3 a), b) y c)	Identificar, analizar y aplicar	<input type="checkbox"/> L: 3 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 1 o 2 ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr			

### Autoevaluación

- Explica con tus palabras en qué consiste y cómo aplicaste las siguientes habilidades de investigación en esta lección: interpretar, analizar, deducir y concluir a partir de evidencias. ¿Hay alguna de ellas que debas reforzar?, ¿cómo lo podrías hacer?
- ¿Comprendiste mejor los contenidos desarrollando y usando modelos?
- ¿En qué consiste y para qué sirve la actitud de valoración y cuidado de la salud?
- ¿Lograste la meta que te propusiste en la página 112?, ¿fueron efectivas las estrategias que definiste al principio de la unidad?

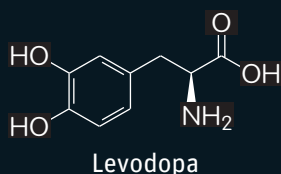


## El bueno, el malo y el feo

Este es el título de un clásico de la historia del cine de 1966, dirigido por el italiano Sergio Leone y actuado por Clint Eastwood, Lee Van Cleef y Eli Wallach, pero con este título no nos estamos refiriendo a la afamada película,

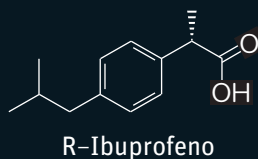
sino a tres compuestos químicos, cuyos enantiómeros, para bien o para mal, han trascendido en la industria farmacéutica a nivel mundial

### El bueno



El enantiómero *L* de la 3,4-dihidroxifenilalanina (también conocido como *levodopa*), es el medicamento aislado más eficaz contra el tratamiento de la enfermedad de Parkinson. Mientras que el enantiómero *L* (*el bueno*) es activo, el correspondiente enantiómero denominado *D* es biológicamente inactivo. La enfermedad de Parkinson se debe a un déficit de dopamina en ciertas áreas del cerebro, pero la razón por la que esta no se administra directamente es porque es incapaz de pasar del torrente sanguíneo al cerebro, mientras que la levodopa, que es un precursor de la dopamina, sí es capaz de hacerlo.

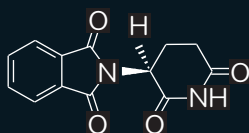
### El feo



El ibuprofeno se presenta en dos formas enantiómeras. Solo la denominada *S* es la que tiene actividad farmacológica, mientras que el enantiómero *R* no tiene actividad en absoluto. El pobre R-Ibuprofeno es el enantiómero feo, hasta tal punto que el propio cuerpo humano, mediante reacciones enzimáticas se encarga de convertir el enantiómero feo en el activo.

### El malo

SE BUSCA



Por causar malformaciones

Este es el ejemplo de un auténtico malo de película, despiadado y sin conciencia. A principios de 1960 la producción de medicamentos se vio duramente afectada por la tragedia de la talidomida (imida del ácido *N*-ftalilglutámico). La talidomida fue administrada como mezcla racémica para tratar las náuseas durante los primeros meses del embarazo. Solo el *R*-enantiómero es activo; mientras que el *S*-enantiómero (he aquí el enantiómero malo) produce serias malformaciones en bebés recién nacidos. En estudios posteriores se ha demostrado que el propio cuerpo humano es capaz de transformar el enantiómero activo en el enantiómero malo.

Fuente: Adaptado de DCiencia. Ciencia para todos. En: <http://dciencia.es/el-enantiomero-bueno-el-feo-y-el-malo/>

## El extraño caso del doctor Jekyll y Mr. Hyde

Los ácidos grasos pueden ser saturados (tener solo enlaces simples) o insaturados (poseer algunos enlaces dobles). Las grasas insaturadas pueden presentarse tanto como isómero *cis* que como *trans*. Ambos tipos de ácidos grasos se pueden obtener de manera natural, aunque las grasas *trans* se encuentran en porcentajes mucho menores.

En 1902, el químico alemán W. Normann patenta un método para realizar la hidrogenación parcial de aceites vegetales insaturados y se consideró que podría ser una solución saludable para sustituir mantequillas y sebos,

ya que se obtenían grasas insaturadas. Sin embargo, a diferencia de la mayoría de las grasas insaturadas presentes en la naturaleza, estos productos se obtienen en su forma *trans*, que tienen un mayor punto de fusión que sus isómeros *cis*, además de poseer también una mayor estabilidad. Sin embargo, la hidrogenación parcial de aceites vegetales, lejos de ser una buena solución, no hizo más que convertir a los saludables aceites vegetales insaturados *cis*, en su propio Mr. Hyde, las grasas.

Estudios publicados en los años 90 pusieron de manifiesto que las grasas hidrogenadas, además de aumentar

la proporción de colesterol LDL en la sangre, también favorecen la aparición de enfermedades cardiovasculares. En 2006 la FDA comenzó a exigir la identificación de la cantidad de grasas *trans* presentes en los alimen-

tos, lo cual conllevó una reducción del orden de 4,6 veces (en el periodo 2006-2012) en la ingesta diaria de grasas *trans* “artificiales”.

Fuente: <https://revista.eps.ua.es/index.php/ingenieria-quimica/392-jeckyll>

## El petróleo, una fuente de carbono. Pasado, presente y futuro



El carbono se encuentra en nuestro planeta de manera natural en el grafito y el diamante, pero también en los combustibles fósiles. Existen varias teorías sobre la formación de los combustibles fósiles, la más aceptada es la teoría orgánica que coloca su origen en la descomposición de los restos de animales y algas microscópicas acumuladas en el fondo de las lagunas y en el curso inferior de los ríos y que fue cubierta, a lo largo del tiempo, por capas cada vez más gruesas de sedimentos, que bajo determinadas condiciones de presión y temperatura se transformaron lentamente en hidrocarburos con pequeñas cantidades de azufre, oxígeno, nitrógeno, y trazas de metales como hierro, cromo, níquel y vanadio, cuya mezcla constituye el petróleo crudo.<sup>1</sup>

Durante las últimas décadas, el significativo crecimiento de la economía ha generado una gran demanda de energía primaria en el mundo. Por ejemplo, en Chile entre los años 1986 y 2000, la demanda de derivados del petróleo creció a una tasa promedio anual de 5,9 %, mientras que la demanda de electricidad en un 8,2 %.

En la actualidad, el consumo de energías primarias en Chile se basa fundamentalmente en energías no renovables como el petróleo, el gas natural y el carbón (76 %), mientras que un 24 % se obtiene de energías renovables convencionales como la hidroelectricidad y la leña. Este panorama se ha traducido en una búsqueda de alternativas energéticas que nos provean de independencia y seguridad en el suministro de energía, y que, además, no sean perjudiciales para el medioambiente.<sup>2</sup>

Atacama, región ubicada en el norte de nuestro país, es considerada actualmente como la capital de la energía solar en Chile. Hoy en día dispone de 393 MW que la posicionan como la región con más capacidad instalada en ERNC de esta tecnología en el país. En la actualidad, existen 12 centrales solares fotovoltaicas distribuidas por todo el territorio regional comprendiendo las provincias de Chañaral, Copiapó y Huasco, las que en su totalidad operan inyectando al Sistema Interconectado Central. Se espera en el corto plazo la entrada en funcionamiento de otras 4 plantas que materializarán una inversión que bordea los 1.140 millones de dólares.<sup>3</sup>

Fuentes:

1. Biblioteca Digital: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/sec\\_8.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/sec_8.html)
2. Universidad de Chile, Programas de investigación Domeyko: <http://www.uchile.cl/portal/investigacion/programas-de-investigacion-domeyko/linea-energia/proyectos-e-iniciativas/evaluacion-del-potencial-de-produccion-de-biogas-en-chile/52136/contexto>
3. Ministerio de Energía, Gobierno de Chile: <http://www.energia.gob.cl/region/region-de-atacama>

### Reflexiona

- a. Encuentra en la literatura otros casos de fármacos donde sea imprescindible el conocimiento de la presencia de mezclas enantioméricas.
- b. Busca grasas *trans* en los alimentos que consumes e investiga sobre la repercusión para la salud de este tipo de compuestos.
- c. ¿Existen en Chile otras fuentes de energía, además de los paneles solares que no involucren el uso de combustibles fósiles? Investiga al respecto y prepara una disertación.

## SINTETIZA tus aprendizajes



¿Sabías que la química orgánica es la química del carbono?

Los compuestos orgánicos son compuestos químicos formados principalmente por carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno, y en algunas ocasiones, por azufre y algunos otros elementos. La manera en que se ordenan los átomos alrededor del átomo de carbono determina la familia a la que pertenece una molécula orgánica y sus propiedades físicas y químicas.



¿Sabías que los compuestos orgánicos ocupan un lugar en el espacio?

La estereoquímica es una parte de la química que estudia la distribución espacial de los átomos que componen las moléculas y cómo esto afecta sus propiedades y reactividad.

### ¿Qué aprendiste en la unidad?

En esta primera unidad estudiaste diversos contenidos relacionados con la química orgánica. A continuación, te mostramos cuáles fueron esos contenidos y podrás volver a ellos para reforzar antes de la evaluación final.

Conociste las formas alotrópicas del carbono.	Páginas 122 a 124
Conociste y modelaste el átomo de carbono teniendo en cuenta sus características estructurales.	Páginas 125 a 137
Conociste los grupos funcionales y cómo nombrar los diferentes compuestos orgánicos.	Páginas 140 a 165
Aprendiste a identificar los diferentes tipos de isómeros estructurales.	Páginas 176 a 183
Conociste los esteroisómeros, sus clasificaciones y sus características.	Páginas 184 a 209

También aprendiste diferentes habilidades. Escoge las cinco que te parezcan más importantes y completa la tabla. Comenten en clases cómo y cuándo aplicaron estas habilidades.

Habilidad	¿En qué consiste?	¿Por qué es importante?

Por último, asociadas a los conocimientos y habilidades, aprendiste actitudes que debemos adoptar cuando estudiamos ciencias. Escoge las cinco que te parezcan más importantes y completa la tabla. Comenten en clases cómo y cuándo aplicaron estas actitudes.

Actitud	¿En qué consiste?	¿Por qué es importante?

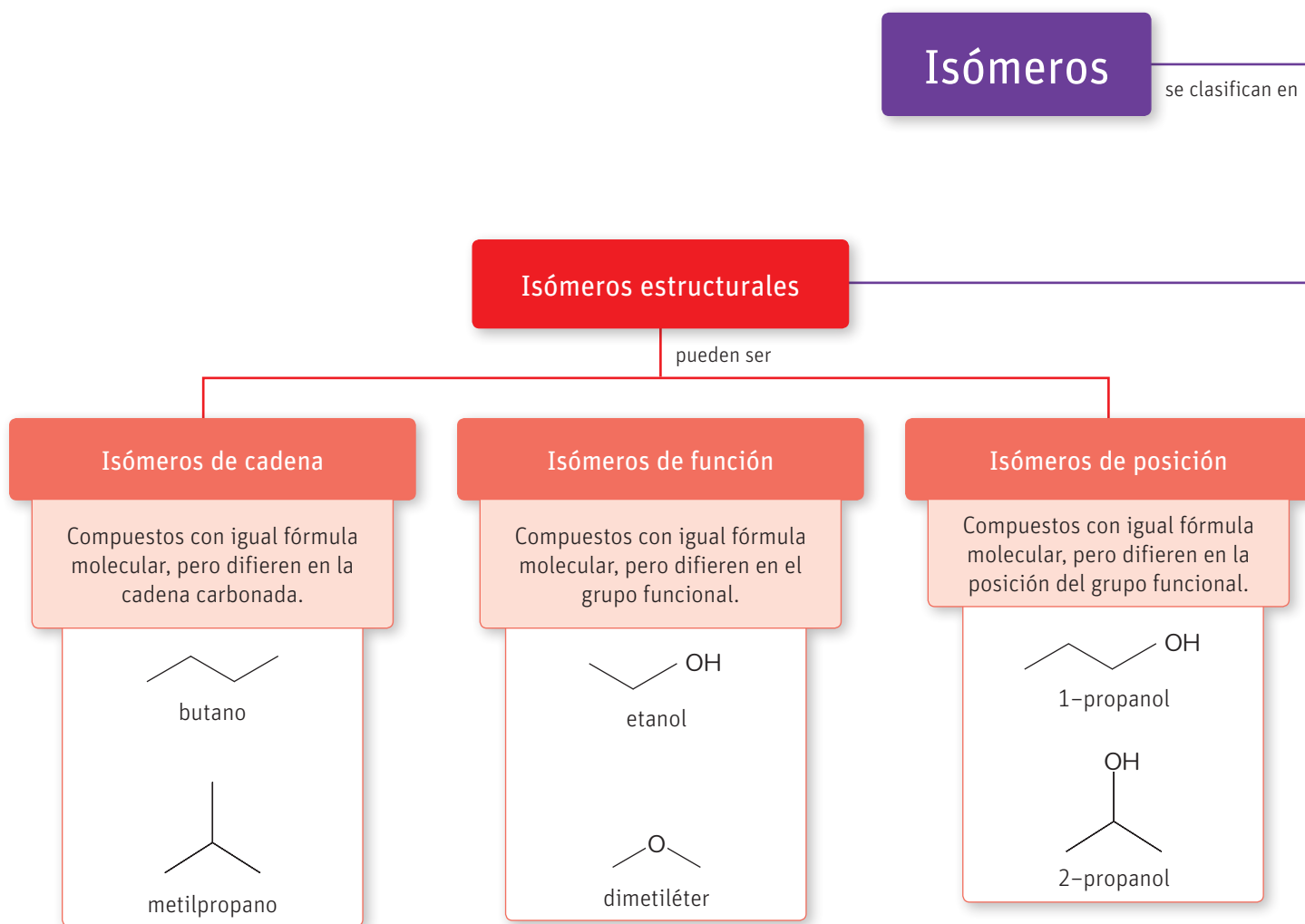
### ¿Cómo podrías sintetizar lo aprendido en la unidad?

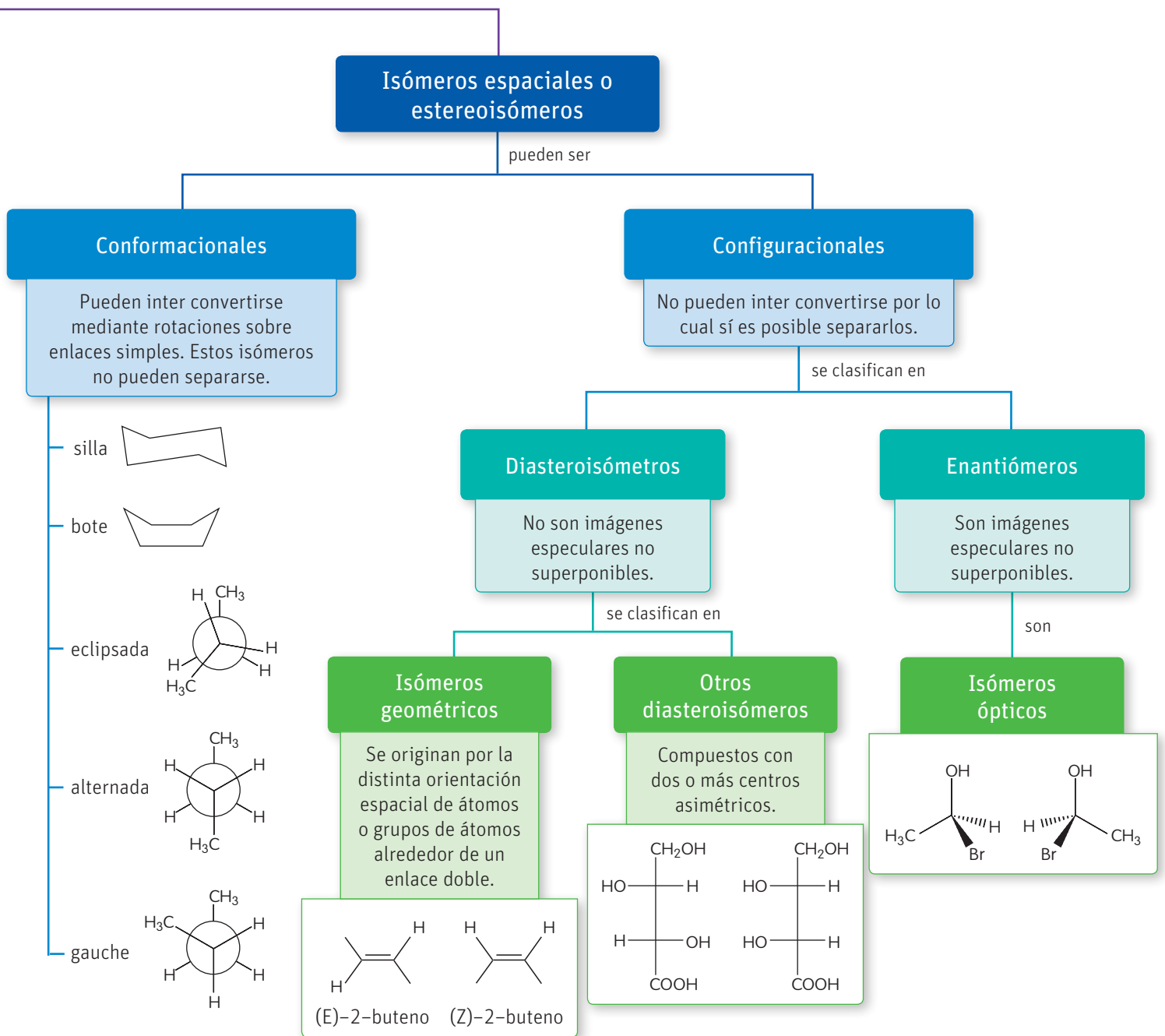
Construye un esquema o mapa conceptual que te permita resumir los contenidos de la unidad. Bázate en las ideas y conceptos claves, sin olvidar la interrelación que existe entre los temas tratados en ambas lecciones. Luego comparen sus esquemas con el de las páginas siguientes.

## Mapa conceptual

Analicen y comenten en clases el siguiente mapa conceptual que sintetiza los conocimientos de la unidad:

- A partir de él y de las líneas de tiempo de las páginas 118-119 y 172-173, escriban un resumen de la unidad.
- ¿Qué diferencias y similitudes existen con el que construyeron en la actividad anterior?
- ¿Le agregarían algo más? ¿Qué y por qué?





## Conocimientos:

- Composición de los compuestos orgánicos.
- Hibridación del átomo de carbono, tipo de enlace y ángulo de enlace.
- Grupos funcionales y nomenclatura química.
- Diferentes tipos de isomería que experimentan los compuestos orgánicos.
- Identificación de centros estereogénicos.

## Habilidades:

Identificar, nombrar, clasificar, calcular, analizar, aplicar, deducir, explicar, formular hipótesis y preguntas de investigación, desarrollar modelos y crear.

## Actitudes:

- Curiosidad e interés por conocer y comprender fenómenos del entorno.
- Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad.
- Pensamiento crítico.
- Reconocimiento de la importancia del entorno natural y sus recursos.

1. En la cocina de un restaurante están preparando un dulce y colocan al fuego una olla con azúcar para fundirla. El cocinero se entretiene preparando otro plato y se comienza a sentir un fuerte olor en toda la cocina. Todos echan a correr hacia la olla y observan algo similar a lo que se muestra en la imagen.

### Aplica y deduce

- a. Químicamente hablando, ¿qué sucedió?

### Aplica, deduce y formula hipótesis

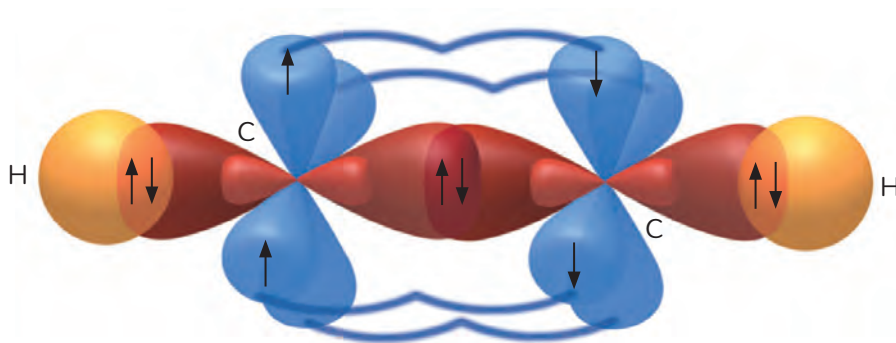
- b. Lo que quedó, luego del incidente en la cocina, ¿sigue siendo azúcar?, ¿qué crees que sea?

### Deduce y formula preguntas de investigación e hipótesis

- c. Si este fuera el resultado de un experimento de química orgánica, formula una posible pregunta de investigación y una hipótesis sobre lo que se intenta demostrar con este experimento.



2. Analiza la siguiente representación:



### Aplica y crea

- a. Si tuvieras que dar un título a la representación, ¿cuál le darías?

### Analiza, identifica y explica

- b. Coloca los rótulos  $\pi$  y  $\sigma$ , según consideres. Explica.

### Nombra

- c. Nombra según la IUPAC la molécula que está representada.

3. El ácido acetilsalicílico es el principio activo de la aspirina, conocido medicamento utilizado no solo para tratar dolores, inflamaciones y fiebre, sino también para prevenir ataques cardíacos.

#### Identifica y aplica

- a. Señala en cada uno de los átomos de carbono que forman esta molécula, el tipo de hibridación que presenta y el ángulo de enlace.

#### Desarrolla modelos

- b. Dibuja nuevamente la molécula respetando los ángulos de enlace correctos.

#### Desarrolla modelos

- c. Representa mediante un modelo los tipos de hibridación que encuentras.

#### Desarrolla modelos

- d. Crea un modelo donde representes la hibridación que se evidencia en el anillo aromático que forma parte de esta molécula..

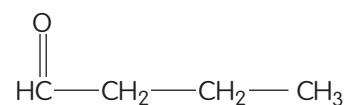
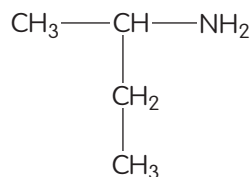
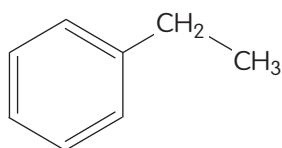
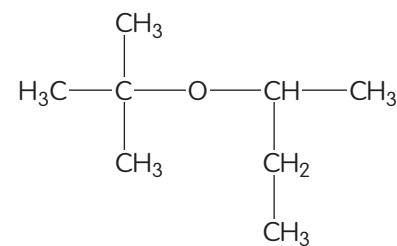
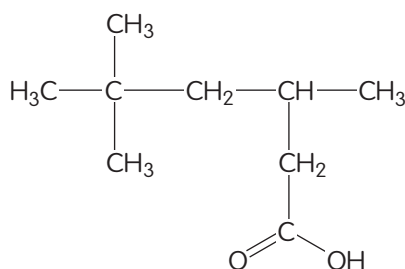
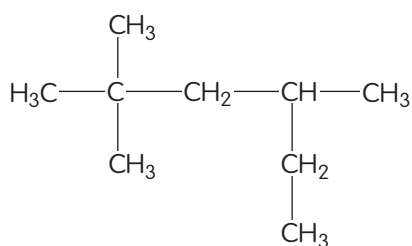
#### Desarrolla modelos

- e. Señala en la estructura del ácido acetilsalicílico los grupos funcionales que existen y nómbralos. Si existe más de uno, indica la prioridad..

4. Un laboratorio de química puede ser un lugar potencialmente peligroso si no se respetan las normas de seguridad y algunos rigores de organización imprescindibles para poder realizar un trabajo seguro. Por esta razón, en los laboratorios de química existe un estricto orden en cuanto al almacenamiento de los reactivos químicos, los cuales, algunos científicos eligen hacerlo respetando un orden alfabético y otros lo hacen atendiendo a los grupos funcionales.

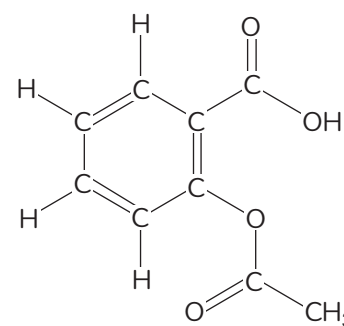
#### Analiza, aplica y nombra

- a. Analiza las siguientes estructuras químicas y nómbralas según las reglas de nomenclatura de la IUPAC.



#### Analiza y clasifica

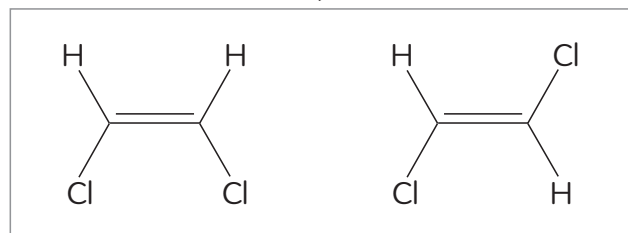
- b. Clasifica los compuestos anteriores atendiendo a su grupo funcional.



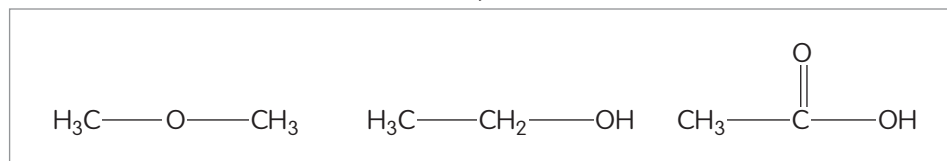


5. En los viejos anaqueles de un laboratorio abandonado se encontraron tres cajas con los compuestos químicos que se muestran. Los reactivos encontrados fueron llevados a un laboratorio para su análisis y se corroboró que las estructuras eran correctas.

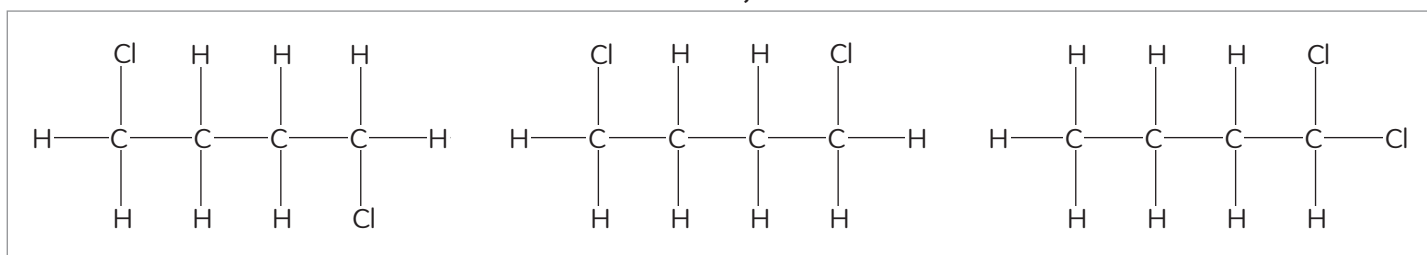
Caja 1



Caja 2



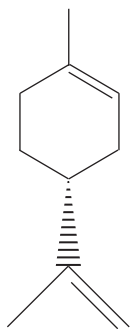
Caja 3



**Analiza e identifica**

- a. Qué tipo de relación existe entre los compuestos de una misma caja? Establece la relación teniendo en cuenta: si son el mismo compuesto, si no existe relación o si son isómeros estructurales (de qué tipo).

6. El limonero es un compuesto químico que se extrae de la cáscara de algunos cítricos y pertenece a la familia de los terpenos.



**Analiza e identifica**

- a. Señala el o los centros estereogénicos que presenta esta molécula.

**Analiza y aplica**

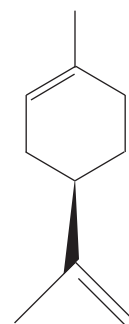
- b. ¿Es el limonero un compuesto ópticamente activo? Explica por qué.

**Desarrolla modelos y crea**

- c. Dibuja el enantiómero del limonero.

**Analiza**

- d. Analiza la molécula de la derecha, ¿guarda alguna relación estructural con el limonero? Responde planteando si es un enantiómero, un diastereoisómero o si es la misma molécula de limonero.



## Mi nivel de desempeño final

1. Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítems	Habilidades	Nivel de desempeño
Identifique la composición de la materia orgánica.	1 a), b) y c)	Aplicar, deducir, formular preguntas de investigación y formular hipótesis	<input type="checkbox"/> L: 3 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 1 o 2 ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
Identifiqué el tipo de hibridación del átomo de carbono, tipos de enlace y ángulo de enlace.	2 a) y b) 3 a), b), c) y d)	Identificar, analizar, aplicar, explicar, desarrollar modelos y crear	<input type="checkbox"/> L: 6 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 1 a 6 ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
Nombré compuestos orgánicos según las reglas de la IUPAC e identifiqué los grupos funcionales.	3 e) 4 a) y b)	Nombrar, clasificar, analizar y aplicar	<input type="checkbox"/> L: 4 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 2 a 3 ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
Establecí relaciones de isomería entre compuestos orgánicos e identifiqué centros estereogénicos.	5 a) 6 a), b), c) y d)	Identificar, analizar, aplicar, desarrollar modelos y crear	<input type="checkbox"/> L: 5 ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: 1 a 4 ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.

L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr

2. Evalúen habilidades y actitudes. Completen la tabla marcando un ✓ en el casillero que corresponda. Luego, pídanle a un compañero con el que hayan trabajado que los coevalúe. Compáren, y a partir de ello definan una meta a lograr el próximo año.

		Autoevaluación			Coevaluación		
		L	ML	PL	L	ML	PL
Habilidades generales	Observar, identificar, nombrar						
	Analizar, clasificar, comparar, relacionar						
	Aplicar, deducir, interpretar						
	Argumentar, explicar, desarrollar modelos						
Habilidades de investigación	Observar e identificar problemas						
	Formular preguntas e hipótesis						
	Planificar						
	Procesar y analizar evidencias						
	Comunicar y evaluar resultados						
Actitudes	Esfuerzo, perseverancia y rigurosidad						
	Responsabilidad y respeto en el trabajo grupal						
	Curiosidad e interés						
	Pensamiento crítico						

## Autoevaluación

Vuelve a la página 115 y comenta con tus compañeros y compañeras:

- ¿Lograste las metas de aprendizaje personales que definiste? Explica.
- ¿Fueron eficaces las estrategias de estudio que definiste al inicio? ¿Por qué?
- ¿Tuviste las dificultades predichas al inicio? ¿Las estrategias de solución que planificaste fueron adecuadas o debiste buscar otras?
- A partir de estos resultados, ¿cuáles son tus desafíos para el próximo año?
- ¿Qué aprendiste en esta unidad sobre los medicamentos?
- Respecto de la indagación científica transversal, comenta qué aprendiste sobre:
  - a) la forma en que se lleva a cabo una investigación.
  - b) la relación entre ciencia y salud.

Tabla periódica

1 <b>H</b> Hidrógeno 1.007, 1.009																	18 <b>He</b> Helio 4.003
3 <b>Li</b> Litio 6.938, 6.997	4 <b>Be</b> Berilio 9.012	Número atómico <b>Símbolo</b> Masa atómica										13 <b>B</b> Boro 10.80, 10.83	14 <b>C</b> Carbono 12.00, 12.02	15 <b>N</b> Nitrógeno 14.00, 14.01	16 <b>O</b> Oxígeno 15.99, 16.00	17 <b>F</b> Flúor 19.00	10 <b>Ne</b> Neón 20.18
11 <b>Na</b> Sodio 22.99	12 <b>Mg</b> Magnesio 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 <b>Al</b> Aluminio 26.98	14 <b>Si</b> Silicio 28.08, 28.09	15 <b>P</b> Fósforo 30.97	16 <b>S</b> Azufre 32.05, 32.08	17 <b>Cl</b> Cloro 35.44, 35.46	18 <b>Ar</b> Argón 39.95
19 <b>K</b> Potasio 39.10	20 <b>Ca</b> Calcio 40.08	21 <b>Sc</b> Escandio 44.96	22 <b>Ti</b> Titanio 47.87	23 <b>V</b> Vanadio 50.94	24 <b>Cr</b> Cromo 52.00	25 <b>Mn</b> Manganeso 54.94	26 <b>Fe</b> Hierro 55.85	27 <b>Co</b> Cobalto 58.93	28 <b>Ni</b> Níquel 58.69	29 <b>Cu</b> Cobre 63.55	30 <b>Zn</b> Cinc 65.38(2)	31 <b>Ga</b> Galio 69.72	32 <b>Ge</b> Germanio 72.63	33 <b>As</b> Arsénico 74.92	34 <b>Se</b> Selenio 78.96	35 <b>Br</b> Bromo 79.90, 79.91	36 <b>Kr</b> Kriptón 83.80
37 <b>Rb</b> Rubidio 85.47	38 <b>Sr</b> Estroncio 87.62	39 <b>Y</b> Ytrio 88.91	40 <b>Zr</b> Circonio 91.22	41 <b>Nb</b> Niobio 92.91	42 <b>Mo</b> Molibdeno 95.94	43 <b>Tc</b> Tecnecio	44 <b>Ru</b> Rutenio 101.1	45 <b>Rh</b> Rodio 102.9	46 <b>Pd</b> Paladio 106.4	47 <b>Ag</b> Plata 107.9	48 <b>Cd</b> Cadmio 112.4	49 <b>In</b> Indio 114.8	50 <b>Sn</b> Estaño 118.7	51 <b>Sb</b> Antimonio 121.8	52 <b>Te</b> Teluro 127.6	53 <b>I</b> Yodo 126.9	54 <b>Xe</b> Xenón 131.3
55 <b>Cs</b> Cesio 132.9	56 <b>Ba</b> Bario 137.3	57-71 Lantánidos	72 <b>Hf</b> Hafnio 178.5	73 <b>Ta</b> Tántalo 180.9	74 <b>W</b> Tungsteno 183.8	75 <b>Re</b> Renio 186.2	76 <b>Os</b> Osmio 190.2	77 <b>Ir</b> Iridio 192.2	78 <b>Pt</b> Platino 195.1	79 <b>Au</b> Oro 197.0	80 <b>Hg</b> Mercurio 200.6	81 <b>Tl</b> Talio 204.3, 204.4	82 <b>Pb</b> Plomo 207.2	83 <b>Bi</b> Bismuto 209.0	84 <b>Po</b> Polonio	85 <b>At</b> Astatido	86 <b>Rn</b> Radón
87 <b>Fr</b> Francio	88 <b>Ra</b> Radio	89-103 Actínidos	104 <b>Rf</b> Rutherfordio	105 <b>Db</b> Dubnio	106 <b>Sg</b> Seaborgio	107 <b>Bh</b> Bohrlio	108 <b>Hs</b> Hassio	109 <b>Mt</b> Meitnerio	110 <b>Ds</b> Darmstadtio	111 <b>Rg</b> Roentgenio	112 <b>Cn</b> Copernicio		114 <b>Fl</b> Flerovio		116 <b>Lv</b> Livermorio		

57 <b>La</b> Lantano 138.9	58 <b>Ce</b> Cerio 140.1	59 <b>Pr</b> Praseodimio 140.9	60 <b>Nd</b> Neodimio 144.2	61 <b>Pm</b> Prometio	62 <b>Sm</b> Samario 150.4	63 <b>Eu</b> Europio 152.0	64 <b>Gd</b> Gadolinio 157.3	65 <b>Tb</b> Terbio 158.9	66 <b>Dy</b> Disprosio 162.5	67 <b>Ho</b> Holmio 164.9	68 <b>Er</b> Erbio 167.3	69 <b>Tm</b> Tulio 168.9	70 <b>Yb</b> Yterbio 173.1	71 <b>Lu</b> Lutecio 175.0
89 <b>Ac</b> Actinio	90 <b>Th</b> Torio 232.0	91 <b>Pa</b> Protactinio 231	92 <b>U</b> Uranio 238.0	93 <b>Np</b> Neptunio	94 <b>Pu</b> Plutonio	95 <b>Am</b> Americio	96 <b>Cm</b> Curio	97 <b>Bk</b> Berkelio	98 <b>Cf</b> Californio	99 <b>Es</b> Einsteinio	100 <b>Fm</b> Fermio	101 <b>Md</b> Mendelevio	102 <b>No</b> Nobelio	103 <b>Lr</b> Lawrencio

## Habilidades de investigación

La investigación científica es un proceso mediante el cual el ser humano se propone la búsqueda de nuevos conocimientos o de soluciones a problemas que pueden ser de carácter científico o cotidiano. La investigación científica es posible desarrollarla a través de la práctica de habilidades científicas:



### Observar

Reconocemos el mundo a través de nuestros sentidos: la vista, el tacto, el olfato, el gusto y el oído. Aunque la observación se relaciona con la vista, en ciencias es **imprescindible** usar todos nuestros sentidos para poder reunir información. Además la observación implica análisis y conciencia de lo que se ve.

Por ejemplo, analicemos la siguiente situación:

#### Problema inicial

*El hervidor de la casa de Luis tarda cada vez más en calentar el agua. El padre calculó que está demorando el doble del tiempo y están todos preocupados*

#### Registro de observación inicial

- El hervidor está aparentemente en buenas condiciones.
- Al encenderlo, el indicador de luz roja también se enciende.
- El agua se calienta, pero demora mucho en hacerlo.
- En el interior del hervidor se observa la resistencia que está cubierta por un sólido blanco.

### Plantear preguntas

A partir de la correcta observación de un fenómeno, surge la pregunta de investigación, la que deberá cumplir con dos requisitos:

- ▶ No estar influenciada por algún criterio personal.
- ▶ Debe abarcar la identificación de las variables.

Continuando con el ejemplo, una correcta pregunta de investigación podría ser:

#### Pregunta de investigación

*¿Tiene alguna relación la presencia del sólido blanco en el interior del hervidor con la demora que está experimentando en el calentamiento del agua?*

### Fórmular hipótesis

Luego de definir la pregunta de investigación, es necesario documentarnos sobre el tema para estar en condiciones de plantear al menos una hipótesis. La hipótesis es una afirmación basada en evidencias que da respuesta a la pregunta:

Por ejemplo, una posible hipótesis para nuestra pregunta de investigación sería:

#### Hipótesis

*El sólido blanco del interior del hervidor son sales de calcio que son las causantes de la demora en el calentamiento del agua. Si eliminamos las sales, el hervidor demorará menos tiempo en hacer su trabajo, porque las sales de calcio no interferirán en el proceso.*

## ¿Cómo planificar una investigación?

### Definir el objetivo de la investigación

Una vez que tenemos planteada nuestra pregunta de investigación, que hemos reunido un amplio conocimiento de los antecedentes del problema y que hemos definido nuestra hipótesis, debemos plantear el objetivo general de nuestra investigación.

En nuestro ejemplo, podemos plantear como objetivo general:

#### Objetivo de investigación

Eliminar las sales del interior del hervidor y luego comprobar el tiempo que demora en hervir el agua.

Con este objetivo, podremos comprobar o rechazar nuestra hipótesis y daremos respuesta a nuestra pregunta de investigación.

### Definir la metodología o el método

El objetivo de la investigación determina las posibles estrategias a seguir. Estas estrategias son un conjunto de procedimientos destinados a cumplir nuestro objetivo y reciben el nombre de metodología.

La selección de una metodología de trabajo adecuada durante una investigación es fundamental y repercute directamente en los resultados. Para elegir los procedimientos correctos, es necesario hacer un equilibrio entre la exactitud necesaria, la disponibilidad de tiempo, los costos de los materiales a utilizar, los recursos de los que disponemos, la toxicidad de los reactivos, entre otros.

Si retomamos nuestro ejemplo podemos plantearos varias metodologías para eliminar el sarro del hervidor:

#### Metodologías posibles

1. *Método mecánico: podemos raspar el interior del hervidor con mucho cuidado, usando una espátula o chuchillo de mesa.*
2. *Método químico: como el sólido del interior del hervidor es carbonato de calcio y magnesio, podemos añadir un ácido que reaccione con las sales gracias a una reacción de ácido-base. Para desarrollar esta metodología se podrían usar una gran diversidad de ácidos; los más comunes y accesibles son el ácido acético y el ácido clorhídrico (también conocido como ácido muriático).*

¿Cómo podemos elegir la metodología más adecuada?

Para facilitar la selección, puede ser útil diseñar una tabla con los criterios a tener en cuenta, los cuales podrían variar o incrementarse en dependencia de las necesidades y la complejidad de la investigación. La siguiente es un ejemplo de la que podríamos utilizar.

Análisis de metodologías posibles					
	Método	Tiempo	Costo	Toxicidad	Ventajas y desventajas
Metodología 1	Método mecánico Usar una espátula para eliminar mecánicamente las sales incrustadas.	Posiblemente varias horas.	Ningún costo.	Baja.	Ventaja: no tiene costos ni toxicidad. Desventaja: largo tiempo y esfuerzo, y debido a la forma de la resistencia del hervidor, será muy engorroso y posiblemente la limpieza no sea completa.
Metodología 2	Método químico 1 Usar ácido acético.	Algunos minutos.	Bajo costo. Se puede usar vinagre que es una disolución de ácido acético.	Baja.	Ventaja: toxicidad baja, es económico. Desventaja: el olor durante el proceso puede ser desagradable.
Metodología 3	Método químico 2 Usar ácido muriático.	Algunos minutos.	Bajo costo.	Tóxico, además de ser irritante y corrosivo.	Ventaja: bajo costo. Desventaja: altamente tóxico y puede reaccionar con el material metálico de que está fabricada la resistencia.

Luego de definir las posibles metodologías de trabajo, en el caso de nuestro ejemplo, es posible que coincidamos que la metodología más adecuada es la segunda.

Una vez seleccionada la metodología, debemos hacer un desglose de los pasos del procedimiento, es decir, de todas aquellas actividades necesarias para cumplir el objetivo de nuestra investigación. También será importante definir los materiales.

Por ejemplo, si escogemos el método 2, necesitaríamos los siguientes materiales y podríamos seguir los siguientes pasos:

Procedimiento de trabajo	
Método químico: ácido acético	
Materiales	Procedimiento
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 L de vinagre blanco</li> <li>• Un cronómetro</li> <li>• Agua</li> <li>• Recipiente graduado de 1 L</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar dentro del hervidor 1 L de agua y ponerlo en funcionamiento mientras con el cronómetro tomamos el tiempo que demora el agua en hervir.</li> <li>2. Colocar dentro del hervidor 250 mL de vinagre y ponerlo a funcionar.</li> <li>3. Desechar el vinagre, lavar el hervidor y colocar un litro de agua. Volver a tomar el tiempo que demora en hervir.</li> <li>4. Repetir el paso anterior todas las veces que sean necesarias hasta obtener dos tiempos consecutivos iguales.</li> </ol>

Establecer el procedimiento de trabajo

### ¿Cómo conducir una investigación?

Para conducir con éxito una investigación hay que tener en cuenta diversos aspectos:

- Contar con todo lo necesario para realizar el proceso (instrumentos, reactivos, materiales, etc.) antes de comenzar o en los tiempos en que sea necesario.
- Registrar la participación y las tareas de cada uno de los integrantes del equipo de manera que el trabajo esté bien organizado.

#### Un secreto... El buen trabajo de equipo

Gran parte de las investigaciones son procesos en los que se involucran varias personas, incluso los grandes proyectos a nivel de país no son investigaciones realizadas por una sola persona, sino que involucran a especialistas de varias áreas, generando un equipo multidisciplinario donde cada uno aporta sus conocimientos.

Saber formar parte de un equipo, respetando criterios ajenos y valorando la participación de todos los integrantes, es un aspecto muy importante de toda investigación.

- Aplicar rigurosamente los pasos del procedimiento y registrar los datos en la medida en que se obtengan, pues de ello dependerá que tengamos resultados confiables. El registro puede ser de distintas formas: escrito (ya sea manualmente o en archivos digitales) o visual (fotografías, dibujos o videos).
- En nuestro ejemplo, Luis y su padre decidieron que Luis sería el investigador responsable y su padre, un colaborador, especialista en manipulación de sustancias peligrosas. Por ello, repartieron las tareas de la siguiente forma:

Asignación de tareas	
Luis	Padre de Luis
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reunir los materiales</li> <li>• Tomar el tiempo que el hervidor demora en hacer su trabajo (al principio y al final de la investigación).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar la carga y la descarga de los líquidos en el hervidor.</li> <li>• Registrar los datos.</li> </ul>
<b>Analizar la evidencia y llegar a conclusiones.</b>	

### Cómo procesar y analizar la evidencia?

- La evidencia es la información que se obtiene de la investigación. Para poder llegar a conclusiones y responder la pregunta de investigación, es necesario procesar estos resultados para posteriormente analizarlos.
- Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) ofrecen herramientas, como hojas de cálculo o procesadores de texto como Excel y Word, respectivamente, o alternativas gratuitas descargables de internet, que optimizan el procesamiento de información y, además, permiten su organización a través de gráficos y/o tablas, ayudando a comparar la evidencia con mayor facilidad.

En nuestro ejemplo, la información que los investigadores registraron fue la siguiente:

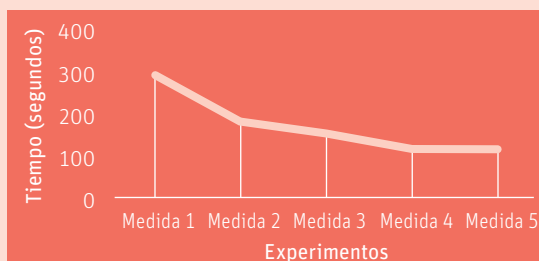
#### Registro de evidencias

Tiempo 1 (al inicio del experimento): 5 minutos y 2 segundos  
 Tiempo 2: 3 minutos y 30 segundos  
 Tiempo 3: 3 minutos y 5 segundos  
 Tiempo 4: 2 minutos y 30 segundos  
 Tiempo 5: 2 minutos y 30 segundos

A partir de estos datos, Luis y su padre decidieron convertir los tiempos a una sola unidad de medida y, posteriormente, organizaron su información en un gráfico, para poder analizarla y compararla:

#### Procesamiento de evidencias

Tiempo 1: 302 segundos  
 Tiempo 2: 210 segundos  
 Tiempo 3: 185 segundos  
 Tiempo 4: 150 segundos  
 Tiempo 4: 150 segundos



### ¿Cómo evaluar y comunicar resultados?

Una investigación científica puede entregar muchos resultados producto de varios análisis, y el investigador deberá evaluarlos con una mirada crítica, argumentando a partir de la información teórica que posee y relacionando con otros antecedentes.

De este análisis objetivo deberán surgir las conclusiones de la investigación, las cuales resumen en pequeñas afirmaciones los resultados y el análisis de los mismos. En las conclusiones debe estar contenida la respuesta a la pregunta de investigación y la validación o el rechazo de la o las hipótesis planteadas al inicio del trabajo. Idealmente, las conclusiones se deben acompañar también de una discusión en la que se relacionen los resultados y el análisis con la teoría.

En nuestro ejemplo, una vez organizada la información de manera comprensible, Luis y su padre procedieron a compararla e interpretarla. Finalmente, arribaron a las siguientes conclusiones:

#### Conclusiones

- La primera limpieza eliminó la mayor cantidad de sarro del hervidor, pues entre las medidas 1 y 2 existe la mayor diferencia de tiempo.
- Con limpiezas reiteradas se logra el funcionamiento óptimo del hervidor.
- La disminución del tiempo que demoraba el hervidor evidenció que el sarro era efectivamente la causa del problema.

#### Informe de investigación

Si unimos todas las partes destacadas con color a lo largo de este modelamiento, obtendremos el informe. Un informe de investigación debe contener:

1. Problema inicial.
2. Registro de observación inicial.
3. Pregunta de investigación.
4. Hipótesis.
5. Objetivo de investigación.
6. Metodologías posibles.
7. Análisis de metodologías posibles.
8. Procedimiento de trabajo.
9. Asignación de tareas (puede incluir también cronograma).
10. Registro de evidencias.
11. Procesamiento de evidencias.
12. Conclusiones.
13. Discusión.



## Instrumentos y materiales de uso frecuente en el laboratorio

Para el trabajo en el laboratorio es importante conocer el nombre y el uso de los diferentes instrumentos. A continuación, se muestran algunos materiales de laboratorio de uso común para las experiencias descritas en el texto.

### Las balanzas

La determinación de la masa de un compuesto es una práctica habitual, no solo en el laboratorio sino también en nuestras casas. No obstante, es imprescindible tener en cuenta algunos aspectos que son fundamentales en su buen uso como:

- Al pesar, la persona no debe apoyarse en la mesa sobre la que se encuentra la balanza.
- Las balanzas presentan botones muy sensibles que deben ser operados cuidadosamente.
- Antes de comenzar a usar la balanza es importante comprobar que esté nivelada, verificando que la burbuja esté dentro del círculo ubicado a un costado de la balanza.
- Comprobar el cero en la pantalla de la balanza con el platillo limpio y vacío.
- Los objetos que se han de pesar deben estar a temperatura ambiente, pues en caso contrario se generarán corrientes de convección de aire que pueden conllevar a errores de lectura.
- Los objetos a pesar deben ser colocados en el centro del platillo.
- Nunca se deben colocar reactivos químicos directamente sobre el platillo de la balanza; para ello se debe seleccionar el material de laboratorio más adecuado.
- Al terminar de pesar un reactivo, siempre se debe limpiar la balanza.

### Otros materiales de uso común en el laboratorio

#### Matraz aforado

Se emplea para preparar disoluciones de concentraciones exactas.



#### Embudo

Se ocupa para trasvasar un líquido o para filtrar (equipado con papel filtro).



### Probeta

Se utiliza para medir determinados volúmenes de líquidos. No se utiliza para preparar disoluciones.



### Vaso de precipitado

Se emplea para calentar y mezclar sustancias. Suelen estar graduados, pero esta graduación es inexacta. Es recomendable no utilizarlo para medir volúmenes de sustancias, ya que es un material que se somete a cambios bruscos de temperatura, lo que lo descalibra y en consecuencia nos entrega una medida errónea.



### Pipeta graduada

Se utiliza para medir y verter volúmenes conocidos de líquidos. Esta pipeta está graduada y existen de varias medidas, las cuales vienen indicadas por mL. Es un material volumétrico.



### Propipeta

Se utiliza acoplado a la pipeta para evitar succionar con la boca líquidos tóxicos.



### Tubo de ensayo

Sirve para contener pequeñas cantidades de líquidos y sólidos.



### Pisceta

Se usa para contener y disponer de agua destilada.

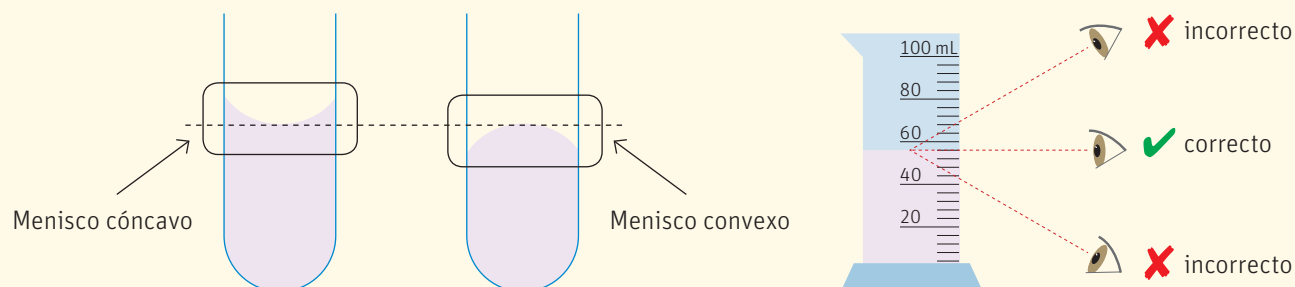


## Técnicas de laboratorio

## Medición de líquidos

Se utilizan cuatro instrumentos para medir el volumen: bureta, matraz aforado, pipeta y probeta. Para hacerlo, se debe observar el menisco formado por el líquido sobre la línea de graduación del instrumento utilizado.

La observación del menisco no se realiza de forma arbitraria, sino que la línea de la vista debe quedar a la altura del menisco, luego el volumen exacto está en el punto en que el menisco toca la línea, ya sea la graduación de la bureta o la pipeta o el aforo del matraz.



- Bureta: se emplea principalmente en valoraciones ácido-base. Está graduada en mililitros y subdivisiones de 0,1 mL.
- Matraz aforado: se utiliza para medir con gran exactitud un volumen determinado por el aforo.
- Pipeta: sirve para medir o trasvasar distintos volúmenes de líquidos con exactitud.
- Probeta: se utiliza para medir volúmenes y depositar líquidos.

## Transvase de compuestos químicos

Trasvasar o trasvasijar no es más que la operación de cambiar un compuesto de un recipiente a otro. La técnica utilizada para trasvasar depende tanto de las características de los recipientes involucrados como de la naturaleza de la sustancia manipulada.

*En el caso de las sustancias líquidas:*

- Es recomendable utilizar una varilla de vidrio como puente entre los recipientes para evitar salpicaduras.
- Si el recipiente tiene una boca estrecha, se debe emplear un embudo limpio y seco para realizar el vertido.



En el caso de las sustancias sólidas

- Sacar un reactivo cristalino o polvo con una espátula limpia y seca.
- Emplear un embudo limpio y seco para introducir el sólido en un recipiente de boca angosta; si se va a disolver, se debe arrastrar el sólido por el embudo utilizando pequeñas fracciones del disolvente.

### Preparación de disoluciones

Una de las técnicas habituales en un laboratorio es la preparación de disoluciones. Esta es una práctica que realizamos muchas veces de manera intuitiva, pues en nuestros hogares preparamos disoluciones cotidianamente, pero al momento de trabajar con sustancias químicas hay que seguir una metodología condicionada por el tipo de disolución a preparar.

Disolución sólido-líquido	Disolución acuosa de un ácido
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizan los cálculos necesarios.</li> <li>• Usando una balanza, se mide la masa del compuesto sólido.</li> <li>• Se trasvasa el sólido a un matraz aforado (del mismo volumen de la disolución que se desea preparar).</li> <li>• Se añade una porción del líquido y se agita suavemente el matraz hasta que el sólido se disuelva completamente.</li> <li>• Finalmente, se añade líquido hasta el aforo del matraz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizan los cálculos teóricos necesarios</li> <li>• Se mide el volumen del ácido.</li> <li>• Luego, se vierte sobre una pequeña porción de agua.</li> <li>• La mezcla se trasvasa al matraz correspondiente.</li> <li>• Finalmente, se añade líquido hasta el aforo del matraz.</li> </ul> <p>En esta técnica de preparación de disoluciones acuosas de ácidos fuertes es muy importante recordar siempre que el ácido se vierte sobre el agua por normas de seguridad; hacerlo a la inversa resulta peligroso.</p>

### Uso de la pipeta y propipeta

La pipeta es un instrumento de laboratorio que permite medir volúmenes exactos y se usaba en sus inicios, aspirando con la boca por uno de sus extremos. Debido a la alta toxicidad de la mayoría de los compuestos químicos con que se trabaja en un laboratorio de forma habitual, salió a la luz la propipeta, también conocida como pera pipeteadora de tres vías y se usa de la manera que se describe abajo.



## Medidas de seguridad

## Seguridad personal

- En el laboratorio, nunca se debe perder la concentración en el trabajo ni descuidar el experimento que se está llevando a cabo, porque esto podría resultar en accidentes lamentables.
- Al llegar al laboratorio, todos deben conocer previamente el trabajo que se va a realizar, para que la actividad pueda ser desarrollada de manera correcta y segura. Por lo tanto, es importante aclarar posibles dudas con el profesor y revisar la bibliografía recomendada antes de la actividad.
- Antes de comenzar la actividad, es importante conocer los riesgos que conlleva la práctica y los reactivos involucrados, pues la seguridad en el laboratorio depende de todos.
- Por seguridad personal, cada estudiante se debe presentar al laboratorio con la ropa y los accesorios adecuados: delantal blanco, antiparras o lentes de seguridad, zapatos cerrados o zapatillas, pelo tomado (recogido) y no usar falda o pantalón corto. De esta manera reducimos de manera importante los riesgos por derrames, inflamaciones o rotura de vidrios.



Los riesgos a los que está expuesta una persona cuando efectúa un trabajo en el laboratorio pueden ser:

- **Heridas y salpicaduras:** para evitarlas, utiliza una protección, como delantal, lentes, mascarilla y guantes.
- **Intoxicaciones:** no debes probar ni oler las sustancias químicas; tampoco debes pipetear con la boca (utiliza para ello una propipeta).
- **Quemaduras:** para evitarlas, debes tener mucho cuidado al manipular el material de vidrio caliente y evitar el contacto directo de las sustancias químicas con la piel. Usa pinzas para sujetar, usa guantes y ten siempre el cabello tomado.
- **Incendios o explosiones:** evita mover los productos químicos del lugar asignado. No empujes ni juegues durante la práctica de laboratorio.
- **Descargas eléctricas:** para evitarlas no debes tocar ni mojar las conexiones eléctricas.

**Lee con anterioridad la etiqueta de los productos químicos que vas a utilizar:**

En la etiqueta no solo se indica el nombre o la fórmula del producto químico, sino que, además, aparece información sobre sus características y peligrosidad, representada en pictogramas como los siguientes:



Las sustancias tóxicas pueden ocasionar envenenamiento tras la inhalación, ingestión o absorción a través de la piel.



Las sustancias explosivas pueden estallar en determinadas condiciones, como choques, calor, fricción y chispas.



Las sustancias corrosivas destruyen los tejidos vivos y otros materiales.



Las sustancias inflamables arden fácilmente.



Las sustancias peligrosas para el medio ambiente pueden provocar daños al ecosistema a corto o largo plazo.



Las sustancias comburentes tienen la capacidad de combustionar otras sustancias.

Los residuos sólidos o líquidos de productos químicos no debes tirarlos a la basura o al desagüe; es preferible que los almacenes en un recipiente y se lo entregues al profesor o a la profesora.

## Unidad 1 - Lección 1

**Coloides:** mezclas heterogéneas donde el soluto no es observado a simple vista debido al pequeño tamaño de las partículas dispersas.

**Concentración:** cantidad de soluto presente en una disolución.

**Disolución insaturada:** tiene una cantidad de soluto menor a la que el disolvente es capaz de disolver a la temperatura en que se encuentra.

**Disolución saturada:** mezcla que tiene la cantidad máxima de soluto que puede aceptar el disolvente a la temperatura en que se encuentra la disolución.

**Disolución sobresaturada:** mezcla que tiene más soluto del que el disolvente puede recibir a cierta temperatura. Este tipo de disolución puede ser preparada si cambiamos los factores en una solución saturada.

**Disoluciones:** mezclas homogéneas de dos o más componentes.

**Disolvente:** componente mayoritario en una mezcla homogénea.

**Electrolito:** sustancia que al disolverse en agua se disocia o separa en sus correspondientes iones.

**Estequiometría:** estudio cuantitativo de reactivos y productos de una reacción química.

**Fuerzas intermoleculares:** fuerzas electrostáticas que existen entre moléculas cercanas. Son las responsables del estado en que se encuentre la disolución.

**Líquido inmiscible:** son líquidos de diferente naturaleza que no se pueden mezclar para formar una disolución.

**Líquido miscible:** es aquel soluto que se puede mezclar en cualquier proporción con el disolvente y el resultado siempre será una mezcla homogénea.

**Mezcla heterogénea:** mezcla de dos o más componentes, donde se pueden diferenciar cada uno de ellos y su concentración no necesariamente es la misma a lo largo de todo su volumen.

**Mezcla homogénea:** mezcla de dos o más componentes, donde todos se encuentran en una misma fase, teniendo la misma concentración en todo su volumen y no se pueden diferenciar unos de otros.

**Solubilidad:** la medida máxima de soluto que se puede disolver en un disolvente dado.

**Soluto:** componente que se encuentra en menor cantidad en una disolución.

**Suspensiones:** mezclas heterogéneas donde el soluto es visible a simple vista.

## Unidad 1 - Lección 2

**Ley de Raoult:** ley que plantea que “la relación existente entre la presión de vapor de cada componente en una disolución ideal depende de la presión de vapor del componente y de su fracción molar en la disolución” y se expresa matemáticamente como  $P_A = P_A^0 X_A$ .

**Osmosis:** consiste en el movimiento neto del disolvente, a través de una membrana semipermeable, hacia la disolución que tiene la concentración más alta de soluto.

**Presión de vapor (P) de un líquido:** se refiere a la tendencia que tienen las moléculas a escapar de su superficie y que disminuye con la presencia de un soluto no volátil.

**Presión osmótica:** es la presión requerida para detener el proceso de ósmosis.

**Propiedades coligativas:** propiedades de las disoluciones que dependen de la concentración del soluto presente en la disolución y no de su naturaleza.

**Punto de congelación:** es la temperatura a la cual se comienzan a formar los primeros cristales de disolvente puro en equilibrio con la disolución. Una disolución, por la presencia de un soluto no volátil, experimenta un descenso en esta temperatura de congelación en comparación con el disolvente puro. El descenso crioscópico es una propiedad coligativa.

**Temperatura de ebullición:** es aquella temperatura en la cual la presión de vapor del líquido iguala a la presión atmosférica. Una disolución, por la presencia de un soluto no volátil, experimenta un incremento en esta temperatura en comparación con el disolvente puro. El aumento ebulloscópico es una propiedad coligativa.

## Unidad 2 - Lección 1

**Diamante:** forma alotrópica del carbono en que cada átomo de carbono está enlazado a otros cuatro átomos más, formando una estructura tetraédrica.

**Fullereno:** forma alotrópica del carbono cuya composición es similar a la del grafeno, pero al formar indistintamente, en una lámina, pentágonos, hexágonos y en algunas oportunidades heptágonos, suele presentarse en forma de esfera o de elipsoide.

**Grafito:** consiste en la forma alotrópica del carbono donde cada átomo se encuentra unido covalentemente a otros tres, de manera que componen una red de anillos hexagonales planos.

**Grupo funcional:** es un átomo o conjunto de átomos que caracteriza a una determinada familia de compuestos y determina sus propiedades químicas.

**Hibridación  $sp$ :** interacción entre un orbital  $s$  y un orbital  $p$ , formando dos orbitales híbridos del tipo  $sp$ .

**Hibridación  $sp^2$ :** interacción entre un orbital  $s$  y dos orbitales  $p$  formando tres orbitales híbridos del tipo  $sp^2$ .

**Hibridación  $sp^3$ :** interacción de un orbital  $s$  y tres orbitales  $p$  produciendo cuatro orbitales híbridos del tipo  $sp^3$ , todos de igual forma y tamaño.

**Hibridación:** interacciones entre dos orbitales de un átomo para formar orbitales híbridos.

**Hidrocarburos:** son compuestos orgánicos que en su composición química solo poseen átomos de carbono e hidrógeno y se encuentran en la naturaleza formando parte del petróleo y el gas natural.

**Orbitales:** región en la que es más probable encontrar al electrón.

## Unidad 2 - Lección 2

**Isómeros:** son compuestos que presentan igual fórmula molecular, pero los enlaces entre sus átomos o la disposición de ellos en el espacio es diferente.

**Isómeros estructurales:** son aquellos isómeros que se diferencian en su estructura, sus átomos presentan diferente disposición, pueden tener distintos enlaces y es factible representarlos en dos dimensiones.

**Isómeros de cadena:** compuesto con la misma fórmula molecular, pero que difieren en su estructura y en algunas de sus propiedades.

**Isómeros de función:** compuestos que tienen la misma fórmula molecular, pero difieren en el grupo funcional.

**Isómeros de posición:** isomería que se establece entre dos compuestos de la misma familia, es decir, que tienen el mismo grupo funcional, pero en posición diferente y comparten la misma fórmula molecular.

**Proyección de Fischer:** la molécula se dibuja en forma de cruz; los sustituyentes dispuestos hacia detrás del plano se colocan en la vertical, los grupos que salen hacia nosotros en la horizontal y el punto de intersección de ambas líneas representa el carbono proyectado.

**Proyección de Newman:** se construye a partir de la proyección de caballete; esta se representa alineando los dos átomos de carbono de frente al ojo del observador.

**Proyección de caballete:** también es considerada en perspectiva, en ella el enlace  $C-C$  se coloca de modo que uno de los carbonos quede delante con sus tres enlaces y el otro atrás con sus enlaces.

**Isómeros conformacionales:** isómeros que se generan por libre rotación alrededor de un enlace simple, tienen la posibilidad de interconvertirse uno en otro.

**Esteroisómeros geométricos:** estereoisómeros que no pueden interconvertirse uno en otro. La presencia de carbonos con hibridación  $sp^2$ , impide la libre rotación sobre el enlace  $C-C$ . Este tipo de isomería también se pone de manifiesto en los alcanos cíclicos.

**Centro estereogénico:** carbono con hibridación  $sp^3$  que tiene unido cuatro átomos o grupos de átomos diferentes.

**Enantiómeros:** isómeros que desvían el plano de la luz polarizada en la misma magnitud, pero en sentidos opuestos. Son imágenes especulares.

**Configuración absoluta:** configuración  $R$  o  $S$  que se asigna a un centro estereogénico y que está determinada por la Regla de Cahn-Ingold-Prelog (regla CIP).



- Chang, R. (2011). *Fundamentos de química*, 10ª edición. México: McGraw-Hill.
- Chang, R. y Goldsby, K. (2013). *Química*, 11ª edición. México: McGraw Hill.
- Brown, T., LeMay, H., Murphy, C., Bursten, B. y Woodward, P. (2014). *Química: La ciencia central*, 12ª edición. México: Pearson Educación.
- Delgado, S., Solís, L. y Muñoz, Y. (2012). *Laboratorio de química general*, 1ª edición. México: McGraw-Hill.
- McMurry, J. (2013). *Química Orgánica*, 9ª edición. México: Cengage Learning.
- Levy, J. (2012). *100 Analogías científicas*. Madrid: Editorial Librero.
- Peterson, W. R. (2016). *Nomenclatura de las sustancias químicas*, 4ª edición. Barcelona: Editorial Reverté.
- Durst, H.D. y Gokel, G. W. (2007). *Química orgánica experimental*. Barcelona: Editorial Reverté.
- Ege, S. (2008). *Química orgánica, estructura y reactividad*. Edición especial en impresión digital. Barcelona: Editorial Reverté.
- Zumdhal, Steven S. (2012). *Chemical Principles*, 7ª edición. Boston: Cengage Learning.
- Petrucci, R. (2011). *Química general*, 10ª edición. Madrid: Pearson Educación.
- Reif-Acherman, Simón (2009). *The pre-history of cryoscopy: what was done before Raoult* *Quím. Nova*[online], vol.32, n.6, pp.1677-1684.
- W. M. Haynes, ed. (Version Internet 2016). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 96th Edition. CRC Press/Taylor and Francis, Boca Raton, FL.



ISBN 978-9563632927



9 789563 632927



EDICIÓN ESPECIAL PARA EL  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN  
PROHIBIDA SU COMERCIALIZACIÓN

