

SERIE  
TLALMANALLI



MATERIA Y ENERGÍA  
EN LOS ORGANISMOS

Victor Mora González

NUEVA  
ESCUELA  
MEXICANA





# Materia y energía en los organismos

Primera edición 2025

ISBN:

D.R. © 2019, Delta Learning®

José Ma. Morelos No.18, Col. Pilares, C.P. 52179, Metepec, Edo. de México

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana

Registro número: 4041

Contacto: 800 450 7676

Correo: contacto@deltalearning.com.mx



[deltalearning.com.mx](http://deltalearning.com.mx)

**Todos los derechos reservados.** No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito del titular del copyright. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.

**Dirección editorial:** Delta Learning®

**Editor en jefe:** Zito Octavio Alejandre Rosas

**Autor:** Víctor Mora González

**Correctora:** Camila Neva

**Diseño:** Sandra Ortiz y el equipo de Argonauta Comunicación

**Portada:** Elio Teutli Cortés

**Imágenes:** Freepik y Adobe Stock

**Producción:** Lizbeth López Reyes

## Aviso de exención de responsabilidad:

Los enlaces provistos en este libro no pertenecen a Delta Learning®. Por tanto, no tenemos ningún control sobre la información que los sitios web están dando en un momento determinado y por consiguiente no garantizamos la exactitud de la información proporcionada por terceros (enlaces externos). Aunque esta información se compila con gran cuidado y se actualiza continuamente, no asumimos ninguna responsabilidad de que sea correcta, completa o actualizada.

Los artículos atribuidos a los autores reflejan las opiniones de los mismos y, a menos que se indique específicamente, no representan las opiniones del editor. Además, la reproducción de este libro o cualquier material en cualquiera de los sitios incluidos en este libro no está autorizada, ya que el material puede estar sujeto a derechos de propiedad intelectual.

Los derechos están reservados a sus respectivos propietarios y Delta Learning® no se responsabiliza por nada de lo que se muestra en los enlaces provistos.

**Delta Learning® es una marca registrada propiedad de Delta Learning S.A. de C.V. Prohibida su reproducción total o parcial.**

**Impreso en México**



# Presentación

Estimada(o) estudiante, te damos la más cordial bienvenida a este libro que ha sido concebido para que te sirva como herramienta didáctica que te apoyará en el estudio de la asignatura “Materia y Energía en los Organismos”.

Con propósitos didácticos, hemos organizado los contenidos marcados en el Programa de Estudios en tres Parciales.

El primer Parcial se dedicará al estudio de los conceptos básicos del curso, incluyendo los compuestos de carbono e hidrógeno y continuando con los hidrocarburos saturados e insaturados. Acto seguido, se establecerá el concepto y la relación entre los monómeros y los polímeros en el campo biológico. A continuación, se estudiará a los aminoácidos, que son la base para la construcción de las proteínas. Para reforzar estos temas, se concluirá el Primer Parcial con el tema sobre los polímeros en los seres vivos que, como verás más adelante, son abundantes y de especial importancia en diversas funciones.

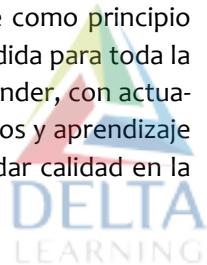
En el segundo Parcial se abordará lo que son las proteínas, los niveles en que pueden estructurarse y las funciones que realizan, tomando como base el conocimiento de los aminoácidos, tema tratado en el Primer Parcial. Enseguida, se pondrá atención en la estructura y función de los lípidos, proteínas y carbohidratos en la célula. Finalmente, se verán dos procesos fundamentales: la fotosíntesis y la respiración celular.

El Tercer Parcial tratará, en primera instancia, sobre la importancia y el funcionamiento del ATP, una molécula esencial para que el organismo obtenga la energía necesaria para funcionar. Se cerrará este Parcial -y también el curso- abordando el tema sobre los nucleótidos y los ácidos nucleicos, los cuales son fundamentales para la transmisión de la vida.

Al elaborar este libro hemos hecho nuestro mejor esfuerzo para que los temas sean claros, sin descuidar la profundidad necesaria. El diseño de la obra, como podrás constatarlo al revisar tu libro, ha sido pensado para que lo disfrutes y sea también un apoyo valioso para tu aprendizaje. Las evaluaciones y actividades tienen la intención de que tu aprendizaje sea mejor y más profundo, por lo que te invitamos a realizarlas. En resumen, esperamos que disfrutes tu libro tanto como lo hemos hecho nosotros al prepararlo para ti.

# La Nueva Escuela Mexicana

La Nueva Escuela Mexicana (NEM) tiene como principio fundamental que la educación sea entendida para toda la vida bajo el concepto de aprender a aprender, con actualización continua, adaptación a los cambios y aprendizaje permanente con el compromiso de brindar calidad en la enseñanza.



En la Editorial Delta Learning tenemos como misión crear materiales educativos de calidad, que cumplan los fundamentos del modelo educativo vigente de la Educación Media Superior, adoptando a la NEM como un eje rector en el diseño de nuestros libros, con el objetivo de promover aprendizajes de excelencia, inclusivos, pluriculturales, colaborativos y equitativos durante la formación de los bachilleres.

Haciendo suyo el reto, la Editorial Delta Learning desarrolla los contenidos de cada uno de sus ejemplares con los siguientes Principios que fundamentan la NEM:



**Fomento de la identidad con México.** El amor a la Patria, el aprecio por su cultura, el conocimiento de su historia y el compromiso con los valores plasmados en la Constitución Política.



**Responsabilidad ciudadana.** El aceptar los derechos y deberes personales y comunes, respetar los valores cívicos como la honestidad, el respeto, la justicia, la solidaridad, la reciprocidad, la lealtad, la libertad, la equidad y la gratitud.



**Honestidad.** Es un compromiso fundamental para cumplir con la responsabilidad social, lo que permite que la sociedad se desarrolle con base en la confianza y en el sustento de la verdad de todas las acciones para permitir una sana relación entre los ciudadanos.



**Participación en la transformación de la sociedad.** El sentido social de la educación implica construir relaciones cercanas, solidarias y fraternas que superen la indiferencia y la apatía para lograr la transformación de la sociedad en conjunto.



**Respeto de la dignidad humana.** El desarrollo integral del individuo promueve el ejercicio pleno y responsable de sus capacidades, el respeto a la dignidad y derechos humanos de las personas es una manera de demostrarlo.



**Promoción de la interculturalidad.** La comprensión y el aprecio por la diversidad cultural y lingüística, por el diálogo e intercambio intercultural sobre una base de equidad y respeto mutuo.



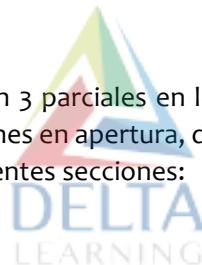
**Promoción de la cultura de paz.** La construcción de un diálogo constructivo, solidario y en búsqueda de acuerdos, permiten una solución no violenta a los conflictos y la convivencia en un marco de respeto a las diferencias.



**Respeto por la naturaleza y cuidado del medio ambiente.** El desarrollo de una conciencia ambiental sólida que favorezca la protección y conservación del medio ambiente, propiciando el desarrollo sostenible y reduciendo los efectos del cambio climático.

# Estructura del libro

El presente libro se encuentra estructurado en 3 parciales en los cuales encontrarás desarrolladas las progresiones en apertura, desarrollo y cierre, asimismo cuenta con las siguientes secciones:



**Evaluación diagnóstica:** Esta se realiza al inicio del libro y tiene la finalidad de recuperar los conocimientos y habilidades necesarias para abordar los contenidos específicos de cada una de las progresiones de aprendizaje.



**Actividades de aprendizaje:** En las cuales pondrás a prueba los conocimientos y habilidades desarrollados en cada uno de los temas. Las actividades estarán vinculadas a los **ámbitos** del **Nuevo Modelo Educativo (NME)** de la **Escuela Media Superior (EMS)**, **aula – escuela – comunidad**, así como a alguno de los principios de la **Nueva Escuela Mexicana (NEM)** por ser este un programa de estudios orientado a recuperar el sentido de pertenencia a los valores que te identifican con nuestro país.

En cada actividad de aprendizaje encontrarás un tablero como el que se presenta a la derecha de este párrafo, en el cual podrás identificar a través de sus iconos específicos, tanto los **tres ámbitos del NME de la EMS**, como los **ocho principios de la NEM** a los que corresponda dicha actividad.



A continuación te mostramos las secciones de este tablero así como el significado de cada ícono:

En la parte superior del tablero se encuentra una barra gris donde estará indicado el número de actividad.



A continuación verás una barra amarilla donde se indican los tres ámbitos (NME/EMS).



Por último, verás una sección de color naranja donde están indicados los principios de la NEM.





Fomento de la identidad con México



Responsabilidad ciudadana



Honestidad



Participación en la transformación de la sociedad



Respeto de la dignidad humana



Promoción de la interculturalidad



Promoción de la cultura de paz



Respeto por la naturaleza y cuidado del medio ambiente



Para identificar el ámbito y principio correspondiente a cada actividad verás su respectivo ícono en color amarillo y naranja y el resto de los íconos en un tono opaco.

En el ejemplo que ves a la derecha, el **ámbito** corresponde a la categoría **COMUNIDAD** y el **principio de la NEM** corresponde al Fomento de la identidad con México.



## PROFUNDIZA SU REPRODUCCIÓN



**Actividades Transversales:** Actividades orientadas a facilitar el proceso de vinculación de los conocimientos y habilidades de los recursos socio-cognitivos con las distintas áreas de conocimiento.



**Actividades QR interactivas:** Actividades que asocian la tecnología con los conocimientos desarrollados en los temas, sólo se escanea el código QR y listo, se pueden reforzar los conocimientos y habilidades.



**Realidad aumentada:** Siempre es importante que todos los sentidos estén inmersos en el proceso de enseñanza – aprendizaje, las actividades de realidad aumentada dan una visión gráfica y vívida de los aprendizajes que se desean desarrollar en el libro.



**Actividades Socioemocionales** El currículum ampliado no puede faltar dentro del contenido del texto, por ello, se incluyen actividades destinadas a desarrollar habilidades planteadas por los recursos socioemocionales del NME.

Adicionalmente podrás encontrar las siguientes secciones que te permitirán ampliar y afirmar los aprendizajes obtenidos en el curso.



Habilidad  
LECTORA



GLOSARIO



Evaluación  
DEL PARCIAL



BIBLIOGRAFÍA

Cuando visualices el siguiente ícono en alguna de las progresiones de aprendizaje, el código QR que apareza junto a él tendrá una actividad perteneciente al Programa Aula Escuela Comunidad. Finalmente, te presentamos el ícono que señala el número de progresión al que pertenece cada tema.



Proyecto  
Escolar  
Comunitario



Progresión  
1

## Progresiones

El libro se encuentra apegado al NME de la EMS y desarrolla cada una de las progresiones del programa de **Matería y Energía en los Organismos**.

1. El carbono y el hidrógeno son elementos comunes de la materia viva y forman moléculas (por ejemplo, el metano), que pueden ensamblar patrones de átomos que muestran propiedades y reactividad específica dependiendo el grupo funcional al que pertenezcan.
2. Las moléculas pueden formar patrones cristalinos tridimensionales constituidos por monómeros o polímeros, que presentan actividad biológica.
3. Los aminoácidos son un tipo de monómero que se ensambla para formar una cadena repetitiva que da como resultado un polímero de proteína. Esto mismo sucede con otras moléculas que formarán carbohidratos, ácidos nucleicos o lípidos.
4. Los polímeros que forman las estructuras del cuerpo animal están formados por los mismos conjuntos de monómeros contenidos en los alimentos que ingiere, pero difieren en su disposición específica, atendiendo funciones y necesidades metabólicas únicas de cada organismo.
5. Las proteínas llevan a cabo una variedad de funciones, incluida la formación de estructuras corporales, la aceleración y regulación de reacciones químicas (enzimas).
6. Las células tienen muchas propiedades gracias a que 2/3 de su masa es agua; otras propiedades celulares se deben a los lípidos, proteínas y carbohidratos.
7. Dos reacciones químicas importantes como lo son la fotosíntesis y la respiración celular, implican la síntesis y utilización de glucosa y oxígeno por plantas y animales respectivamente. Estas reacciones químicas son inversas y satisfacen las necesidades energéticas, así como también permiten el reciclado de residuos en una sinergia natural.
8. Los enlaces de las moléculas de los combustibles, como la glucosa, se rompen y forman nuevos compuestos de menor energía. De esa manera, las células suelen almacenar esta energía temporalmente en enlaces de fosfato pertenecientes a un compuesto de alta energía llamado ATP.
9. Los nucleótidos son monómeros que tienen un grupo fosfato, una base nitrogenada y un azúcar. Se ensamblan en cadenas y forman a los ácidos nucleicos (ADN o ARN) que en todos los organismos contienen información genética o para transcribir las instrucciones que especificaran sus características.
10. Los ácidos nucleicos constituyen el código genético y son responsables de la síntesis de proteínas, impulsando significativamente la ingeniería genética.

# Índice

## PARCIAL 1

- Compuestos de carbono e hidrógeno 13
- Monómeros y polímeros en la biología 22
- Aminoácidos 33
- Polímeros en los seres vivos 40

## PARCIAL 2

- Las proteínas 46
- Función de los lípidos, proteínas y carbohidratos en la célula 54
- Fotosíntesis y respiración celular 64

## PARCIAL 3

- ATP 95
- Los nucleótidos 102
- Ácidos nucleicos 107

PROHIBIDA SU  
REPRODUCCIÓN





Revisa la lista de temas que abordarás al estudiar esta asignatura. En la columna “¿Qué sé?” Anota lo que efectivamente conoces sobre el tema, aunque puede suceder que no tengas la menor idea y es válido declarar que no sabes nada al respecto. En la columna “¿Qué quiero saber?” Expresa tus expectativas de forma con-

creta. Al finalizar el estudio de cada tema, vuelve a este cuadro y anota, en resumen, lo que ahora sabes en la columna “¿Qué he aprendido?” Además de servir como control de tus aprendizajes, te servirá para reconocer tus avances o detectar las áreas de oportunidad en las que debes trabajar.

Tema	¿Qué sé?	¿Qué quiero saber?	¿Qué he aprendido?
Compuestos de carbono e hidrógeno			
Monómeros y polímeros en la biología			
Aminoácidos			
Polímeros en los seres vivos			
Las proteínas			
Función de los lípidos, proteínas y carbohidratos en la célula			
Fotosíntesis y respiración celular			
ATP			
Los nucleótidos			
Ácidos nucleicos			

PROHIBIDA SU  
REPRODUCCIÓN

Al término de cada uno de los Parciales, y bajo la dirección de tu docente, comparte tus aprendizajes y las áreas de oportunidad en la que sugieres trabajar. Esto ayudará mucho a mejorar el curs

**Contenido central:**

- CC. Materia y energía en los organismos

**Metas de aprendizaje del contenido central:**

- MCC1. Comprende que la materia y la energía tiene una interrelación que ha generado la formación de moléculas complejas que constituyen a la unidad fundamental de los organismos vivos. Identifica los niveles de organización que existen entre el átomo hasta las biomoléculas, pasando por las moléculas y monómeros que dan sentido a los procesos que cumplen cada estructura química.

**Conceptos transversales:**

- CT1. Patrones

**Metas de aprendizaje:**

- CT1. Relacionar la naturaleza de la estructura microscópica con los patrones macroscópicos. Relacionar el patrón que existe entre los elementos que se combinan para formar moléculas más complejas. Identificar elementos esenciales en los patrones microscópicos que dan estructuras y funciones macroscópicas.
- CT2. Causa y efecto

**Metas de aprendizaje:**

- CT2. Identificar las relaciones de causa y efecto a partir de la observación y comprensión de los patrones. Examinar los mecanismos de menor escala dentro de los sistemas para explicar las causas de los fenómenos complejos.

- CT3. Medición

**Metas de aprendizaje:**

- CT3. Extrae información sobre la cantidad y propor-

cionalidad entre distintas cantidades en moléculas de diferentes tamaños. Compara la proporcionalidad entre monómeros y polímeros.

- CT4. Sistemas

**Metas de aprendizaje:**

- CT4. Observar a través de modelos tridimensionales las moléculas que pueden tener actividad específica. Reconocer que los sistemas algunas veces interactúan con otros sistemas, pueden contener subsistemas o bien ser parte de sistemas más grandes y complejos.

- CT5. Flujos y ciclos de la materia y la energía

**Metas de aprendizaje:**

- CT5. Comprende que el número de átomos en una combinación o reacción química se conserva, aunque esto implique características diferentes de la molécula original.

- CT6. Estructura y función

**Metas de aprendizaje:**

- CT6. Comprender que los elementos químicos que conforman la materia viva tienen una correlación entre su estructura y la función biológica. Describir la función del sistema a partir de su forma y composición. Analizar las estructuras del sistema de forma independiente para determinar cómo funcionan.

- CT7. Estabilidad y cambio

**Metas de aprendizaje:**

- CT7. Reconocer que pequeños cambios en una parte del sistema pueden transformar el funcionamiento de otra parte del sistema a otra escala.



**PARCIAL 1**

### Aprendizaje de trayectoria:

- Las y los estudiantes fortalecerán sus conocimientos sobre que todos los seres vivos estamos formados por materia y necesitamos de energía para un óptimo funcionamiento. Reconocerán que la materia se agrupa para formar moléculas con diversos tamaños y funciones que no sólo forman nuestros componentes funcionales, sino que llevan a cabo reacciones específicas que hacen posible la existencia de la gran diversidad de organismos. Finalmente, reforzarán los conocimientos de las UAC previas y enfatizarán los conocimientos sobre que somos parte de los ciclos de materia y energía en este sistema terrestre, atendiendo las leyes de conservación de materia y energía.

### Progresiones:

1. El carbono y el hidrógeno son elementos comunes de la materia viva y forman moléculas (por ejemplo, el metano), que pueden ensamblar patrones de átomos que muestran propiedades y reactividad específica dependiendo el grupo funcional al que pertenezcan.
2. Las moléculas pueden formar patrones cristalinos tridimensionales constituidos por monómeros o polímeros, que presentan actividad biológica.
3. Los aminoácidos son un tipo de monómero que se ensambla para formar una cadena repetitiva que da como resultado un polímero de proteína. Esto mismo sucede con otras moléculas que formarán carbohidratos, ácidos nucleicos o lípidos.
4. Los polímeros que forman las estructuras del cuerpo animal están formados por los mismos conjuntos de monómeros contenidos en los alimentos que ingiere, pero difieren en su disposición específica, atendiendo funciones y necesidades metabólicas únicas de cada organismo.

## PRESENTACIÓN DEL PRIMER PARCIAL

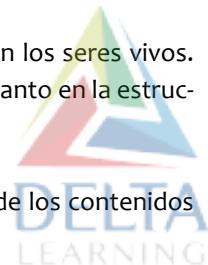
Este primer Parcial es el punto de partida para el curso, por ello trataremos los temas básicos y necesarios para que el abordaje de los siguientes parciales se haga más fácil y entendible.

Los compuestos orgánicos contienen en su estructura, invariablemente, carbono e hidrógeno. Más aún, hay algunos compuestos que sólo se forman por estos dos elementos y tienen gran importancia: los alkanos, alquenos, alquinos e hidrocarburos aromáticos son compuestos constituidos tan sólo de estos dos elementos. Por ahí comenzaremos.

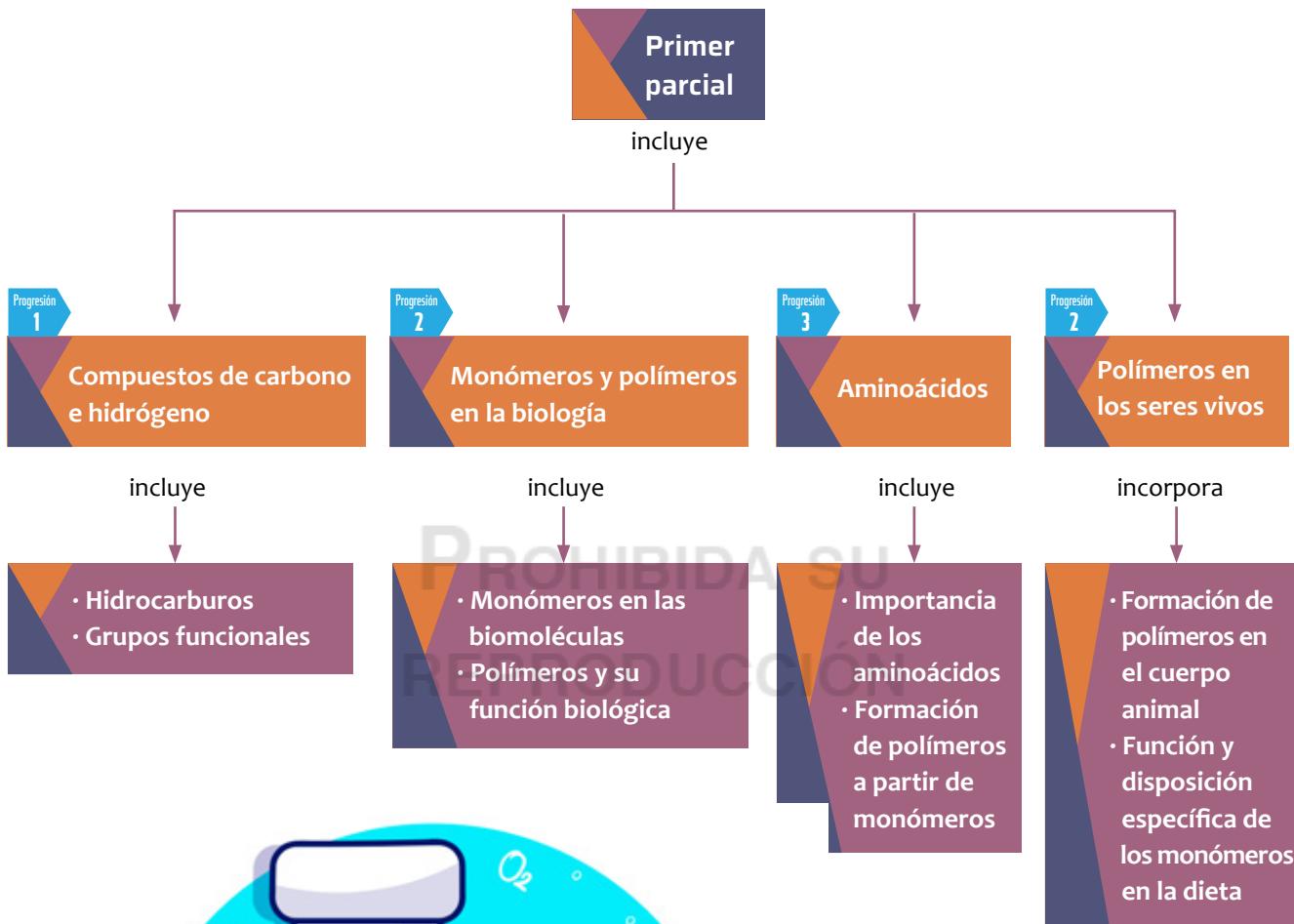
En el tema siguiente trataremos de un aspecto peculiar de algunos compuestos orgánicos importantes en el ámbito biológico: los polisacáridos, las proteínas y los ácidos nucleicos. Aunque todos ellos son distintos en su estructura y funciones, coinciden en estar formados por unidades más simples. A estos últimos les denominamos monómeros y a los constituidos por ellos, polímeros.

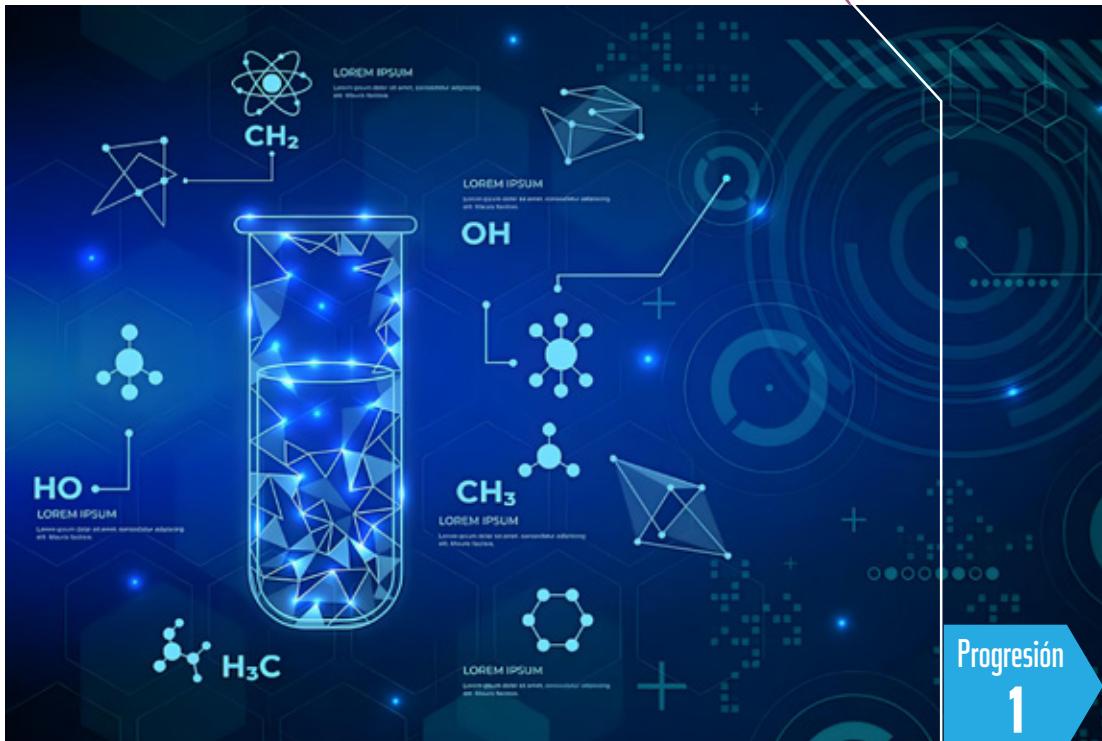
A continuación trataremos sobre los aminoácidos, que son compuestos de gran importancia para la constitución y el funcionamiento de los organismos, pues son las unidades básicas para la construcción de las proteínas.

Finalizaremos este Parcial abordando el tema sobre los polímeros en los seres vivos. Estos compuestos, como veremos, desempeñan funciones diversas tanto en la estructura como en el funcionamiento de los organismos.



El diagrama que encontrarás enseguida te muestra la organización de los contenidos que corresponden a este Parcial. Te sugerimos estudiarlo bien.





# Compuestos de carbono e hidrógeno

## REPRODUCCIÓN



Los compuestos orgánicos son muy numerosos y podemos encontrarlos formando parte de la estructura y el funcionamiento de plantas y animales. Dentro de ese gran conjunto, los compuestos más sencillos son aquellos que están formados tan sólo por carbono e hidrógeno y por ello se les denomina hidrocarburos.



### Hidrocarburos

Los hidrocarburos son sustancias orgánicas cuya molécula está constituida exclusivamente por átomos de hidrógeno y carbono. Algunos de ellos son líquidos, otros gaseosos y algunos más, sólidos. Se les puede encontrar presentes en la naturaleza, aunque también se elaboran mediante procesos de síntesis en el laboratorio o en la industria. Uno de los más conocidos e importantes es el metano, CH<sub>4</sub>, que se encuentra presente en el petróleo o en el gas natural; también se produce por fermentación de la celulosa de las plantas en los pantanos. La masa molar de los hidrocarburos es muy diversa, pues varía desde los 16 g/mol, en el caso del metano, hasta los 9,000 en el caso de las parafinas.

Teóricamente, el número de hidrocarburos posibles es infinito, sobre todo por el fenómeno de isomería. Para una misma fórmula condensada pueden encontrarse diversos compuestos con una estructura diferente.

### Familias de hidrocarburos

Teniendo presente que el átomo de carbono es tetravalente y el hidrógeno, monovalente, existen distintas posibilidades en las que estos dos átomos pueden combinarse, lo que da origen a una clasificación siguiente dos reglas generales: por un lado, la adi-

ción de átomos de carbono en cadena o en ciclos y, por otro lado, si existe o no saturación de los átomos de carbono.

### Hidrocarburos alifáticos

**A) Saturados:** son aquellos cuya fórmula general es  $C_nH_{2n+2}$ . Se les da el nombre genérico de **alcanos**.

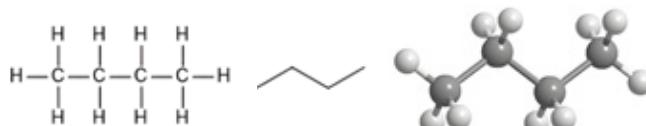
**a) Cadena recta o normal:** cada uno de los átomos de carbono tiene ocupados sus cuatro enlaces y, para nombrarlos, se utiliza un prefijo seguido de la terminación -ano. Los primeros cuatro compuestos de la serie poseen un prefijo especial: met-, et-, prop- y but-. Del quinto elemento de la serie en adelante, el prefijo indica el número de átomos en la cadena. La tabla que aparece a continuación muestra el nombre y tres tipos de fórmula para representar a los primeros diez alcanos:

Nombre	Fórmula Molecular	Fórmula desarrollada	Fórmula estructural condensada
Metano	$CH_4$	<pre>       H               H - C - H               H     </pre>	$CH_4$
Etano	$C_2H_6$	<pre>       H   H                   H - C - C - H                   H   H     </pre>	$CH_3CH_3$
Propano	$C_3H_8$	<pre>       H   H   H                       H - C - C - C - H                       H   H   H     </pre>	$CH_3CH_2CH_3$
n-Butano	$C_4H_{10}$	<pre>       H   H   H   H                           H - C - C - C - C - H                           H   H   H   H     </pre>	$CH_3CH_2CH_2CH_3$ o $CH_3(CH_2)_2CH_3$
n-Pentano	$C_5H_{12}$	<pre>       H   H   H   H   H                               H - C - C - C - C - C - H                           H   H   H   H     </pre>	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$ o $CH_3(CH_2)_3CH_3$
n-Hexano	$C_6H_{14}$	<pre>       H   H   H   H   H   H                               H - C - C - C - C - C - C - H                           H   H   H   H     </pre>	$CH_3(CH_2)_4CH_3$
n-Heptano	$C_7H_{16}$	<pre>       H   H   H   H   H   H   H                               H - C - C - C - C - C - C - C - H                       H   H     </pre>	$CH_3(CH_2)_5CH_3$
n-Octano	$C_8H_{18}$	<pre>       H   H   H   H   H   H   H   H                               H - C - C - C - C - C - C - C - C - H                       H   H     </pre>	$CH_3(CH_2)_6CH_3$
n-Nonano	$C_9H_{20}$	<pre>       H   H   H   H   H   H   H   H   H                               H - C - C - C - C - C - C - C - C - C - H                       H   H     </pre>	$CH_3(CH_2)_7CH_3$
n-Decano	$C_{10}H_{22}$	<pre>       H   H   H   H   H   H   H   H   H   H                               H - C - C - C - C - C - C - C - C - C - C - H                       H   H     </pre>	$CH_3(CH_2)_8CH_3$

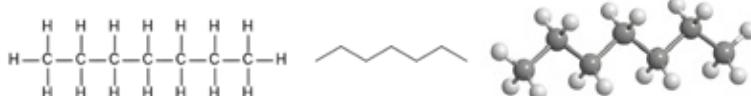
**Nota importante:** la letra "n" que se ha colocado antes del nombre significa "normal", lo que indica que la cadena es recta, sin ninguna ramificación.

## Representación de la estructura en zigzag

Una manera de representar las estructuras de los compuestos orgánicos es la estructura en zigzag, lo cual tiene sentido porque, en la realidad, los enlaces entre los carbonos de la cadena no son planos, sino que adoptan una geometría que se deriva de la hibridación de los átomos de carbono. Observemos, por ejemplo, esta ilustración que representa la estructura del butano:



Diferentes representaciones de la estructura del butano. La representación que aparece a la extrema derecha emplea un modelo de bastones y bolas que respeta el acomodo espacial de los átomos de carbono e hidrógeno. En la parte central está la representación en zigzag que sólo muestra la forma de la cadena de carbonos, omitiendo la anotación de los átomos de hidrógeno.



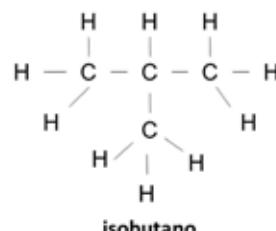
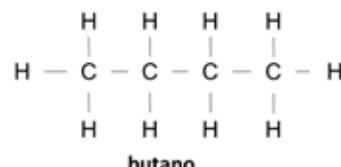
Diferentes representaciones de la estructura del heptano. Comparando el modelo de bolas y bastones podemos entender lo que expresa la representación en zigzag.

En los temas que trataremos a lo largo de este Parcial, emplearemos con frecuencia la representación en zigzag.

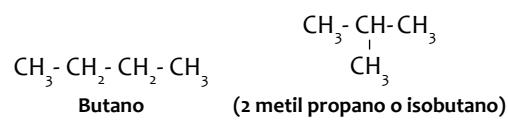


**b) Cadena con ramificaciones.**

Son formas isómeras del alcano normal. El término “isómero” proviene de dos raíces griegas: iso = igual, meros = partes, y denota una estructura que tiene exactamente el mismo número y tipo de átomos que un alcano lineal, pero una estructura diferente por las ramificaciones. Consideremos este ejemplo:



Ambos compuestos tienen la misma cantidad de átomos de carbono e hidrógeno, pero su estructura y propiedades son distintas. Continuemos con el mismo ejemplo, pero utilizando otra forma de representación:



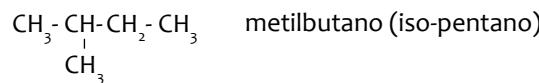
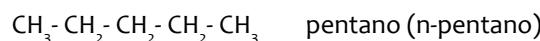
Comparación entre el butano y su isómero. El nombre tradicional del isómero es *isobutano*, pero, siguiendo las reglas de la IUPAC, su nombre debe ser *2-metilpropano*, pues la cadena principal es de 3 carbonos, lo cual corresponde al propano. La ramificación  $\text{-CH}_3$  se denomina metilo y se ubica en el segundo carbono de la cadena, por lo que se anota al principio del nombre el número 2.

Las ramificaciones o, mejor dicho, **radicales**, son restos de cadenas hidrocarbonadas. Su fórmula y su nombre provienen de los alkanos correspondientes a los que se les ha quitado un átomo de hidrógeno. El nombre de los radicales utiliza el prefijo que indica la cantidad de átomos de carbono y se le agrega la terminación característica de estos radicales: -il o -ilo. Algunos ejemplos se encuentran en la tabla siguiente:

Fórmula	Nombre	Radical	Nombre
$\text{CH}_4$	Metano	$\text{CH}_3\text{--}$	Metil-(o)
$\text{CH}_3\text{--CH}_3$	Etano	$\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--}$	Etil-(o)
$\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_3$	Propano	$\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--}$	Propil-(o)
$\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_3$	Butano	$\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--}$	Butil-(o)
$\text{CH}_3\text{--}(\text{CH}_2)_3\text{--CH}_3$	Pentano	$\text{CH}_3\text{--}(\text{CH}_2)_3\text{--CH}_2\text{--}$	Pentil-(o)
$\text{CH}_3\text{--}(\text{CH}_2)_4\text{--CH}_3$	Hexano	$\text{CH}_3\text{--}(\text{CH}_2)_4\text{--CH}_2\text{--}$	Hexil-(o)
$\text{CH}_3\text{--}(\text{CH}_2)_5\text{--CH}_3$	Heptano	$\text{CH}_3\text{--}(\text{CH}_2)_5\text{--CH}_2\text{--}$	Heptil-(o)
$\text{CH}_3\text{--}(\text{CH}_2)_6\text{--CH}_3$	Octano	$\text{CH}_3\text{--}(\text{CH}_2)_6\text{--CH}_2\text{--}$	Octil-(o)

### Ejemplo

Consideremos ahora al pentano y sus dos isómeros. El primero con una radical metilo en el carbono 2; el segundo, con dos radicales metilo en el carbono central:



Conforme aumenta el número de átomos del hidrocarburo, también se incrementa el número de isómeros estructurales que pueden formarse. Esto se entiende con facilidad si consideramos que, al crecer la cadena de carbonos, también se incrementan las posibilidades de que se establezca mayor número de ramificaciones.

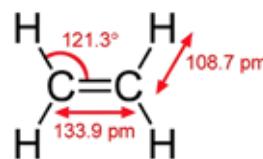
Nombre	Fórmula	Cantidad de isómeros
Metano	$\text{CH}_4$	0
Etano	$\text{C}_2\text{H}_6$	0
Propano	$\text{C}_3\text{H}_8$	0
Butano	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	2
Pentano	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	3
Hexano	$\text{C}_6\text{H}_{14}$	5
Heptano	$\text{C}_7\text{H}_{16}$	9
Octano	$\text{C}_8\text{H}_{18}$	18
Nonano	$\text{C}_9\text{H}_{20}$	35
Decano	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	75

**B) Hidrocarburos no saturados:** se caracterizan por el establecimiento de dobles o triples enlaces en alguna posición de la cadena de carbonos. El doble enlace es característico de los alquenos, mientras que el triple enlace, de los alquinos.

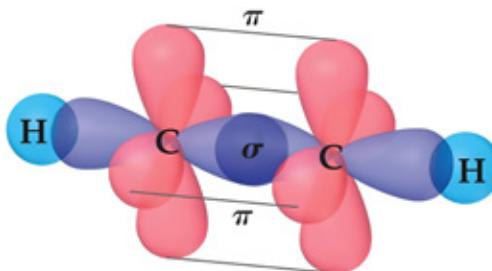
## Alquenos

También conocidos como olefinas, son cadenas de hidrocarburos con uno o más dobles enlaces. Cabe señalar que los carbonos donde se ubica la doble ligadura poseen hibridación  $\text{sp}^2$  y la geometría que adoptan es trigonal plana. Debido a la hibridación  $\text{sp}^2$ , los átomos de

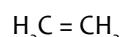
hidrógeno se colocan formando un ángulo aproximado de  $120^\circ$  con respecto al doble enlace.



Cuando se forma el doble enlace, los orbitales s forman un enlace sigma ( $\sigma$ ) y los orbitales p, forman dos enlaces pi ( $\pi$ ), como se observa en la ilustración siguiente:



La fórmula general de los alquenos es  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ , donde la letra n indica el total de átomos en la cadena. El primer elemento de la serie de los alquenos es el eteno ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ), que es mucho más conocido por su nombre común: **etileno**.

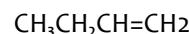


### Nomenclatura de los alquenos

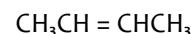
Los nombres de los alquenos se derivan de los alkanos correspondientes, pero en lugar de la terminación -ano, se cambia la terminación por -eno. En las cadenas largas debe indicarse con un número la posición del doble enlace:



Propeno

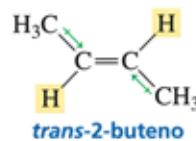
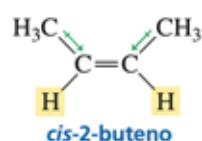


1-buteno



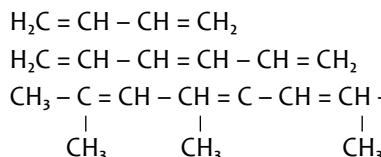
2-buteno

Debido a la geometría que adoptan los carbonos que participan en el doble enlace, se presenta un tipo especial de isomería: isomería cis-trans o geométrica. Si los sustituyentes se encuentran del mismo lado se dice que se encuentran en posición “cis” (del mismo lado) y si se encuentran en posiciones opuestas se anota la palabra “trans” (en lados opuestos), como se ve en la ilustración que muestra los dos isómeros del 2-buteno:



## Dienos, trienos y polienos

Existen alquenos que contienen dos o más dobles enlaces. Los dienos contienen dos; los trienos, tres; y los polienos, cuatro o más. El nombre debe indicar la posición de los dobles enlaces, seguido de los prefijos que indican el total de átomos en la cadena y la cantidad de dobles enlaces.



1,3-butadieno  
1,3,5-hexatrieno  
2,5,8 – trimetil – 2, 4, 6, 8 – tetradeceno

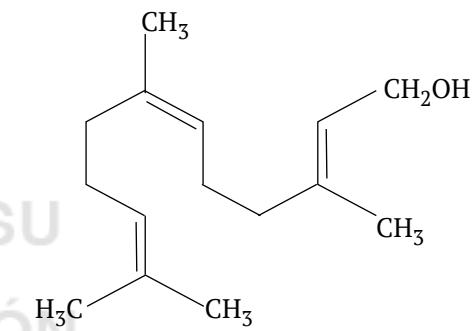


## Propiedades físicas y químicas de los alquenos

Son compuestos no polares y sus propiedades físicas son muy similares a las de los alcanos correspondientes. Los tres primeros de la serie (etileno, propeno y buteno) son gases a temperatura y presión normales. Los siguientes son líquidos y, conforme aumenta el número de carbonos, sólidos. En cuanto a la reactividad química, el doble enlace de los alquenos es un sitio que facilita las reacciones de adición.

## Aplicaciones de los alquenos

Los alquenos tienen amplia presencia en el reino vegetal, sobre todo en los aceites esenciales de plantas aromáticas que se utilizan como insumo importante en la elaboración de perfumes. También se encuentran presentes en las vitaminas y en las feromonas. Tal es el caso del farnesol, que se encuentra en los aceites esenciales de la rosa, tuberosa y bálsamo. Se le emplea tanto como pesticida natural como atractivo de algunos insectos.



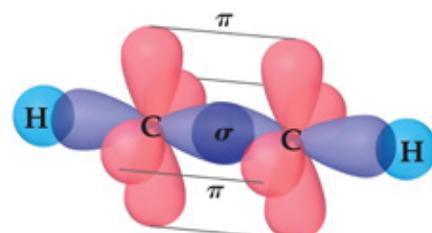
Estructura del farnesol

Uno de los usos más importantes del etileno consiste en servir como monómero en la fabricación del polietileno. La unión de miles y miles de moléculas de etileno dan origen a uno de los plásticos de uso frecuente, empleado en la fabricación de envases de alimentos, bolsas de supermercado, de panificación y congelados, tuberías y recipientes para cosméticos y medicamentos.

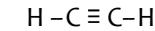
Otros polímeros que emplean alquenos en su elaboración son el polipropileno, el PVC (cloruro de vinilo) y el teflón (tetrafluoroetileno).

## Alquinos

Son hidrocarburos que contienen en su cadena por lo menos un enlace triple carbono-carbono. Tienen la fórmula general  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ . El enlace triple se forma por una unión sigma y dos uniones pi.



Los átomos de carbono portadores del triple enlace presentan hibridación sp y la geometría que adoptan es lineal, estableciendo un ángulo de 180°. El compuesto más sencillo de los alquinos es el etino, conocido más comúnmente como acetileno:



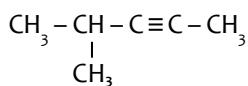
Fórmula del acetileno

## Nomenclatura de los alquinos

Para nombrar a los alquinos, se utilizan las mismas reglas de la IUPAC que se emplean en la nomenclatura de los alquenos, con excepción de la terminación -eno que se sustituye por -ino. Cuando se trata de una cadena larga es necesario indicar con un número la posición del triple enlace.

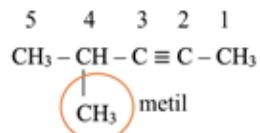
### Ejemplo:

Escribe el nombre sistemático del siguiente compuesto:



### Solución:

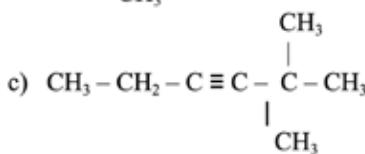
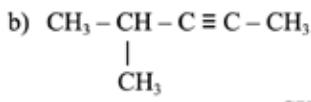
Ubica la cadena más larga que contenga al triple enlace y numérala a partir del extremo más cercano a él. Asimismo, si existe una ramificación, debes identificar cuál es y en cuál carbono se ubica.



El nombre del compuesto es **4-metil-2-pentino**

### Ejercicio:

Anota el nombre sistemático de los siguientes compuestos:



## Propiedades físicas y químicas de los alquinos

Los alquinos poseen propiedades similares a las de los alkanos y alquenos. Por ejemplo, los tres primeros de la serie: etino (acetileno), propino y butino, son gases; desde C<sub>4</sub> hasta C<sub>14</sub> son líquidos y, en adelante, sólidos. De manera consecuente, también se incrementan los puntos de fusión y de ebullición.

Son poco solubles en agua, pero pueden ser disueltos por solventes poco polares o no polares, como los alcanos, el tetracloruro de carbono y el benceno.

El acetileno es un gas incoloro e inflamable que puede generar altas temperaturas cuando arde (aproximadamente a 3,100 °C), razón por la cual se utiliza en el corte de placas y en la soldadura autógena, en la que se emplea una mezcla de oxígeno y acetileno a alta presión.

Debido a la reactividad del triple enlace, los alquinos participan en reacciones de adición e hidrogenación.

## Aplicaciones de los alquinos

Además de lo que se ha mencionado acerca del acetileno, algunos alquinos participan como materia prima o intermediarios en la síntesis de compuestos como el ácido acético, la acetona y en la fabricación de plásticos, gomas sintéticas, solventes y agentes colorantes.

## Hidrocarburos aromáticos

El adjetivo “aromático” de estos compuestos se debe, precisamente, a que algunos de ellos poseen un aroma agradable. Los aceites esenciales, las resinas aromáticas y algunas mezclas complejas de origen animal o vegetal contienen hidrocarburos aromáticos.

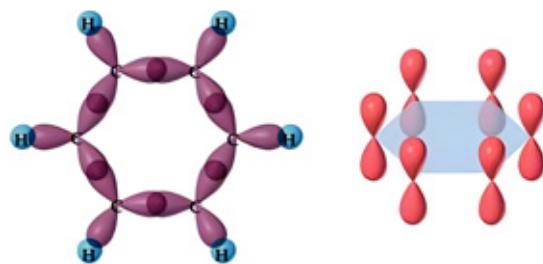
Las características de este tipo de compuestos toman como base al benceno, que posee un anillo con cierto grado de insaturación y con una reactividad propia.

## El benceno

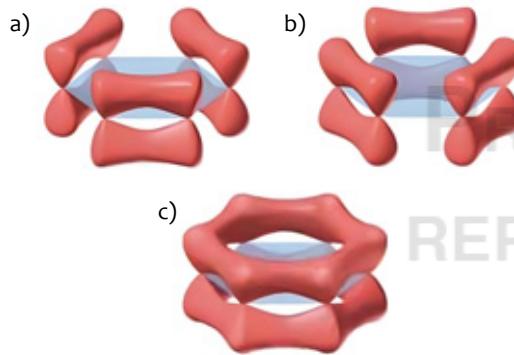
Es, por así decirlo, el compuesto emblemático de los compuestos aromáticos y tiene una historia particularmente interesante. Se sabe que fue descubierto en 1825 cuando se logró identificarlo en el aceite utilizado para el alumbrado público. Los análisis demostraron que su fórmula era C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, con lo que se sospechaba de una molécula con alto grado de insaturación, pero los avances de la época impedían tener una idea clara de su estructura. El químico alemán **Friedrich August Kekulé** (1829 – 1896) realizó grandes aportes a la química orgánica al proponer la tetravalencia del carbono y su capacidad para formar cadenas de cualquier longitud y complejidad. Logró deducir que en la estructura del benceno, seis átomos de carbono formaban un anillo donde se alterna un enlace sencillo y un enlace doble. A cada átomo de carbono le corresponde un átomo de hidrógeno.

Con los avances de la investigación química, hoy se sostiene que la molécula de benceno tiene una estructura que se forma a partir de la hibridación sp<sup>2</sup> de los átomos

de carbono. En ésta se forman dos orbitales híbridos  $sp^2$  y queda libre un orbital p que se acomoda formando un ángulo de  $90^\circ$  respecto a ellos. En la molécula de benceno se producen enlaces sigma entre átomo y átomo de carbono. Los orbitales híbridos establecen enlaces  $\pi$  que se traslanan de tal modo que se prodría imaginar que se genera una especie de orbital molecular en forma de anillo o “dona”.

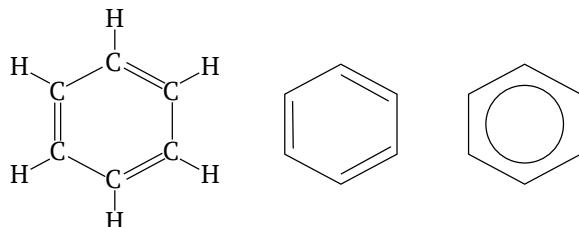


Los orbitales híbridos  $sp^2$  se entrelazan formando el anillo, mientras que los orbitales p se ubican perpendicularmente a éstos.



En a) y en b) se ilustra la forma en que se forman los orbitales pi localizados cuya posición cambia continuamente debido a la resonancia; en c) se ilustran los enlaces pi deslocalizados formando una especie de dona.

Las representaciones del anillo de benceno han ido transformándose hasta llegar a un hexágono con un círculo en su interior.



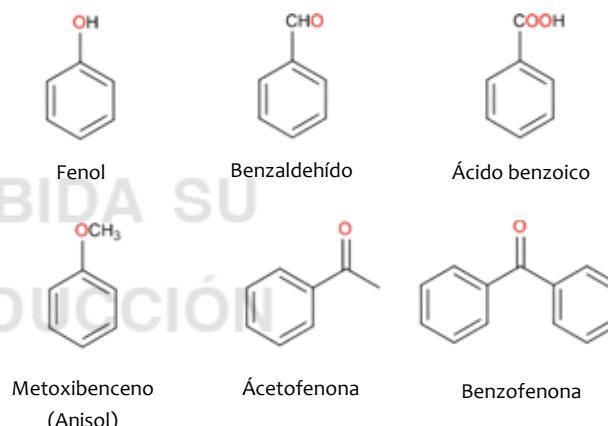
Representaciones de la molécula de benceno

## Nomenclatura de los hidrocarburos aromáticos

Algunos de los hidrocarburos aromáticos, por tradición, tienen un nombre ya establecido. Sin embargo, de acuerdo a las reglas establecidas por la IUPAC, es conveniente emplear una nomenclatura basada en el número y tipo de sustituyentes. En tal sentido, se puede distinguir entre hidrocarburos aromáticos monosustituidos, disustituidos o polisustituidos.

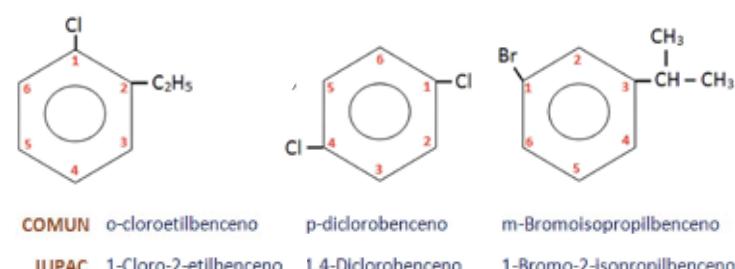
### Hidrocarburos aromáticos monosustituidos

Se forman cuando un átomo o grupo funcional ocupa el lugar de alguno de los hidrógenos del anillo de benceno. Se nombra, en primer lugar, al sustituyente y luego se termina con la palabra “benceno”.



### Hidrocarburos aromáticos disustituidos

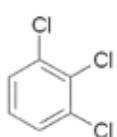
Se acostumbra emplear dos maneras de nombrarlos: el primer modo consiste en numerar las posiciones en el anillo y después nombrarlas por orden alfabético. El segundo modo emplea prefijos para las posiciones orto (1,2), meta (1,3) y para (1,4).



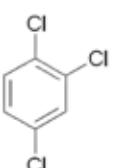
Los derivados disustituidos del benceno pueden utilizar un nombre común o el que está indicado por la IUPAC. Observa que en todos los casos se sigue un orden alfabético.

## Derivados polisustituidos

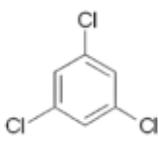
Se numera el anillo de tal forma que los sustituyentes ocupen las posiciones más bajas posibles.



1,2,3-triclorobenceno



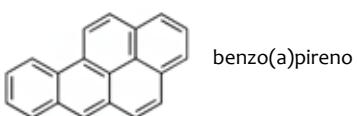
1,2,4-triclorobenceno



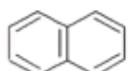
1,3,5-triclorobenceno

## Compuestos aromáticos policíclicos

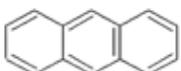
Como lo indica su nombre, combinan varios anillos en su estructura:



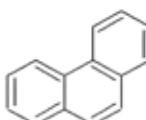
benzo(a)pireno



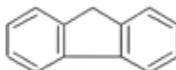
naftaleno



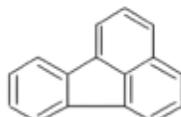
antraceno



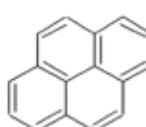
fenantreno



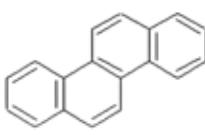
fluoreno



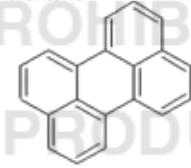
fluoranteno



pireno



criseno



perileno

Algunos ejemplos de compuestos aromáticos policíclicos

## Propiedades físicas y químicas de los compuestos aromáticos

La denominación de aromáticos hace evidente que estos compuestos poseen un aroma peculiar. El benceno es un líquido incoloro poco soluble en agua, pero se disuelve bien en sustancias no polares como los alkanos y el tetracloruro de carbono. Presenta una densidad menor a la del agua ( $0.89 \text{ g/cm}^3$ ). Debido a su insaturación por los dobles enlaces, el benceno presenta facilidad para participar en reacciones de adición.

La alta toxicidad del benceno ha provocado prohibiciones para su uso indiscriminado, porque se ha logrado determinar que es carcinógeno, es decir, que puede provocar cáncer de algún tipo en las personas que se someten a exposiciones prolongadas.

El **tolueno**, compuesto derivado del benceno y que en su estructura posee un grupo metilo adicionado al anillo bencénico, es un líquido incoloro y tóxico. Aunque en grado menor que el benceno, provoca cansancio, confusión, irritabilidad, pérdida del apetito y náuseas en

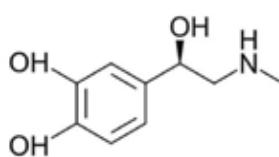
personas expuestas durante un tiempo considerable. En el peor de los casos, el tolueno puede ser causa de muerte.

## Aplicaciones de los hidrocarburos aromáticos

Se emplean en la elaboración de cosméticos, tintes, condimentos y materiales sintéticos. El benceno, por su parte, se utiliza en los combustibles para los motores de combustión interna, fabricación de disolventes de grasas, aceites, pinturas y, por supuesto, sirve como intermediario químico para la síntesis de otros compuestos como detergentes, explosivos, productos farmacéuticos y tinturas para ropa.

Los hidrocarburos aromáticos tienen participación en el campo de la medicina, por ejemplo, en la confección de la anfetamina que tiene la capacidad para estimular el estado de alerta y la capacidad de atender o realizar un trabajo. En algunos casos se emplea para disminuir la narcolepsia, que es una afección en la que el paciente presenta períodos intensos de adormilamiento. Otras afecciones tratadas con la anfetamina son algunos tipos de depresión, o bien, se usa para personas víctimas de obesidad patológica.

La **adrenalina** es una hormona que integra en su estructura hidrocarburos aromáticos. Se elabora naturalmente en las glándulas suprarrenales, ubicadas en la parte superior del riñón, y actúa de forma importante en numerosos receptores del organismo. Un ejemplo lo podemos observar en la capacidad de relajar los músculos de los pulmones para admitir una cantidad importante de aire, con lo cual se estimula el corazón y la cantidad de sangre que ingresa al cerebro.



Estructura de la adrenalina