



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**TIPOS DE HIBRIDACIÓN DEL CARBONO,
GRUPOS FUNCIONALES Y REACCIONES
DE ADICIÓN EN QUÍMICA ORGÁNICA**

MATERIAL DIDÁCTICO

Que para obtener el título de

Ingeniero Petrolero

P R E S E N T A

Basilio Eslava Soto

ASESOR DE MATERIAL DIDÁCTICO

Dr. Ricardo Alfaro Fuentes



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017



Dirección General de Asuntos
del Personal Académico

Este trabajo fue realizado con el apoyo de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA), dentro de las actividades para la elaboración del libro: “Química para Ciencias de la Tierra: Fundamentos y Aplicaciones”, en el marco del proyecto PAPIIME No. PE103116.

Dedicatoria:

A Dios.

Por darme fortaleza, salud y paciencia, para lograr mis objetivos, así como la oportunidad de compartir esta etapa con mi familia.

A mi madre Guadalupe.

Por el apoyo que en todo momento me da, por sus exhortaciones, sus valores, que me han permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su comprensión y su amor.

A mi padre Tomas (QEPD).

Por los valores de respeto, responsabilidad y humildad que me enseñó, los cuales me han ayudado para luchar y seguir adelante, y por su gran apoyo que me dio en todo momento.

A mi Esposa Leticia, y mis hijos Mariano, Jorge, Viridiana y Diana.

Por su amor, comprensión y esfuerzo que me han demostrado para el estudio y en su comportamiento como personas honestas y responsables.

A mis familiares.

A mi hermano y hermanas que en todo momento me han apoyado e influenciado para el logro de mis objetivos y por su gran compañía.

A mis maestros.

Dr. Ricardo Alfaro Fuentes, Ing. Javier Arellano Gil, Dra. Ana Laura Pérez Martínez, Quím. Gerardo Barón Sánchez, Ing. Marco A. Rubio Ramos por su gran apoyo y motivación para la culminación de esta tesis; a mi amigo Ing. Carlos M. Toscano Morales por su apoyo brindado en este trabajo; al Ing. H. Erik Gallardo Ferrera, por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.

ÍNDICE.

Resumen.	1
Abstrac.	2
1. Propósito general.	3
1.1. Introducción.	3
1.2 Objetivo.	4
1.3. Metas.	4
1.4 Metodología.	5
1.5 Estado del arte de la Química Orgánica	6
Unidad II. Hibridación del átomo de carbono en los compuestos orgánicos.	9
2.1 Introducción.	9
2.2. Hibridación sp^3	12
2.3. Hibridación sp^2 .	13
2.4. Hibridación sp .	14
2.5 Enlace tipo Sigma (σ) y Pi(π).	15
Unidad III. Principales grupos funcionales en la química orgánica. Nomenclatura y Propiedades.	17
3.1 Introducción.	17
3.2 Clasificación de los grupos funcionales de acuerdo a sus propiedades y nomenclatura.	18
3.2.1 Grupos Radicales.	21
3.3. Alcoholes, Grupo Hidroxilo.	23
3.3.1. Propiedades físicas de los alcoholes.	25
3.3.2. Usos y aplicaciones de los alcoholes.	25
3.3.3. Ejemplos de estructuras con el grupo funcional alcohol.	27
3.4. Grupo Éter.	27

3.4.1. Propiedades físicas del grupo funcional éter. _____	29
3.4.2. Usos y aplicaciones de los éteres. _____	30
3.4.3. Ejemplos de estructuras con el grupo funcional éter. _____	30
3.5. Compuestos del Grupo Carbonilo, Aldehído. _____	31
3.5.1. Propiedades físicas del grupo funcional aldehído. _____	33
3.5.2. Usos y aplicaciones de los aldehídos. _____	33
3.5.3. Ejemplos de estructuras con el grupo funcional aldehído. _____	35
3.6. Compuestos del Grupo Carbonilo, cetona. _____	35
3.6.1. Propiedades físicas del grupo funcional cetona. _____	37
3.6.2. Usos y aplicaciones de las cetonas. _____	38
3.6.3. Ejemplos de estructuras con el grupo funcional cetona. _____	39
3.7. Ácido Carboxílico. Grupo Carboxilo. _____	40
3.7.1. Propiedades físicas del grupo funcional Ácido carboxílico. _____	42
3.7.2. Usos y aplicaciones de los Ácidos carboxílicos. _____	43
3.7.3. Ejemplos de estructuras con el grupo funcional ácido carboxílico. _____	43
3.8. Éster. Grupo Carboxilo. _____	44
3.8.1. Propiedades físicas del grupo funcional éster. _____	46
3.8.2. Usos y aplicaciones del éster. _____	47
3.8.3. Ejemplos de estructuras con el grupo funcional éster. _____	47
3.9. Amina. Grupo Nitrogenado. _____	48
3.9.1. Propiedades físicas del grupo funcional amina. _____	51
3.9.2. Usos y aplicaciones de las aminas. _____	51
3.9.3. Ejemplos de estructuras con el grupo funcional amina. _____	53
3.10. Amida. Grupo Nitrogenado. _____	53
3.10.1. Propiedades físicas del grupo funcional amida. _____	56
3.10.2. Usos y aplicaciones de las amidas. _____	57
3.10.3. Ejemplos de estructuras con el grupo funcional amida. _____	57

3.11. Halogenuros de Alquilo o Haluros. _____	58
3.11.1. Propiedades físicas del grupo funcional halogenuros de alquilo o haluros. _____	60
3.11.2. Usos y aplicaciones de los halogenuros de alquilo o haluros. ____	61
3.11.3. Ejemplos de estructuras del grupo funcional halogenuros de alquilo o haluros. _____	62
3.12. Grupo del Azufre: tioles, tioéter, sulfóxidos y sulfonas. _____	62
3.12.1. Propiedades físicas del grupo funcional azufrado. _____	65
3.12.2. Usos y aplicaciones de los compuestos azufrados. _____	65
3.12.3. Ejemplos de estructuras con el grupo funcional tiol, sulfuros o tioéteres, sulfonas y sulfóxidos. _____	66
Unidad IV. Reacciones por adición y por eliminación. _____	67
4.1. Introducción. _____	67
4.2 Reacciones de Adición. _____	68
4.2.1 Adición de alquenos. _____	68
4.2.2 Reacción de hidrogenación de alquinos. _____	69
4.2.3 Adición de aminas a epóxidos. _____	69
4.3. Reacciones de Eliminación. _____	69
4.3.1 Reacción de deshidrohalogenación. _____	70
4.3.2 Deshidratación de alcoholes. _____	70
5.0. Conclusiones. _____	71
Anexo 1. Ejercicios de hibridación. _____	73
Anexo 2. Ejercicios de los grupos funcionales. _____	81
a) Grupo funcional Alcohol. _____	81
b) Grupo funcional Éter. _____	82
c) Grupo funcional Aldehído. _____	83
d) Grupo funcional Cetonas. _____	84
e) Grupo funcional Ácido carboxílico. _____	85

f) Grupo funcional Éster. _____	86
g) Grupo funcional Amina. _____	87
h) Grupo funcional Amida. _____	88
i) Grupo funcional Halogenuros de Alquilo o Haluros. _____	89
j) Grupo funcional del Azufre, tioles. _____	90
k) Grupo funcional del Azufre, tioéteres. _____	91
l) Grupo funcional del Azufre, sulfóxidos. _____	91
m) Grupo funcional del Azufre, sulfonas. _____	92
Anexo 3. Ejercicios de reacciones. _____	93
Anexo 4. Diapositivas. _____	94
BIBLIOGRAFÍA _____	126

Resumen.

El siguiente escrito forma parte del libro “Química para Ciencias de la Tierra: Fundamentos y Aplicaciones”, del proyecto PAPIME PE103116, Facultad de Ingeniería, UNAM.

Las unidades que conforman este trabajo contienen tanto temas teóricos, como ejercicios prácticos, el primer tema trata sobre el fenómeno de la hibridación del carbono, elemento primordial de los hidrocarburos, el cual debido a sus características tetravalentes, presenta cuatro orbitales hibridizados los cuales forman cuatro posibles enlaces covalentes, tanto sencillos, como dobles y triples, los cuales dan origen a tres tipos de hibridación sp^3 , sp^2 y sp , con sus formas geométricas y ángulos de enlace que los diferencian.

El segundo tema a desarrollar se refiere a los grupos funcionales, estos compuestos contienen además de carbono e hidrogeno, un heteroatomo que es el que determina el grupo funcional. Tenemos para este caso cuatro grandes grupos; el de los oxigenados, de los nitrogenados, de los halogenuros o haluros y el grupo azufrado.

Finalmente el tercer tema se refiere a las reacciones químicas por adición y por eliminación, el alumno en principio debe comprender que en estos procesos químicos se rompen o forman nuevos enlaces, dando como resultado otros compuestos orgánicos.

En general con los temas desarrollados se pretende ayudar a los alumnos de ingeniería en ciencias de la tierra a comprender sobre las características, propiedades y la estructura tanto del fenómeno de hibridación del carbono, como de los grupos funcionales, y del porque existe una gran variedad de compuestos en el universo.

La funcionalidad de las reacciones químicas se manifiesta en que un mismo grupo funcional o de hidrocarburo genera muchos productos diferentes los cuales tienen gran demanda y utilidad en todas las áreas en las cuales interactúa el ser humano, como son, la industria, el hogar, el campo, la medicina, la geología, minería, entre otras.

Abstract

The following writing forms a part of the book *Química para Ciencias de la Tierra: Fundamentos y Aplicaciones* ", of the project PAPIME PE103116, Facultad de Ingeniería, UNAM.

The units that shape of this work contain both theoretical topics how to practical exercises, the first topic treats on the phenomenon of the hybridization of the carbon, this element is the principal part of the hydrocarbons, carbon presents four orbital hybridization which there train four possible covalent bonds, simple, double or triple bonds, which give origin to three types of hybridization sp^3 , sp^2 and sp , with geometric forms and bond angles that differentiate them.

The second topic to developing refers to the functional groups, these compounds contain besides carbon and hydrogen, as one heteroatom that determines the functional group. We have for this case four big groups; that of the become oxygenated ones, of the nitrogenous ones, of the halogens and the Sulphur Group.

Finally, the third topic refers to the chemical reactions for addition or elimination, the pupil in principle must understand that in these chemical processes they break or train new links, giving like proved other organic compounds.

In general, with the developed topics there is tried to help the engineering students to understand on the characteristics, properties and the structure so much of the phenomenon of hybridization of the carbon, since of the functional groups, and of because a great variety of compounds exists in the universe.

The functionality of the chemical reactions demonstrates in that the same functional group of hydrocarbons it generates many different products which have great demand and utility in all the areas in which the human being interacts, since they are, the industry, the home, the field, the medicine, the geology, mining industry, among others.

1. Propósito general.

Qué los alumnos adquieran los conocimientos básicos de química orgánica y desarrollen la habilidad o destreza de identificar las hibridaciones, grupos funcionales y las reacciones más comunes en química orgánica, que permita a los estudiantes de ingeniería en ciencias de la tierra a comprender la importancia del tema en su profesión y en su vida cotidiana.

1.1. Introducción.

Es deseable que el estudiante en ciencias de la tierra cuente con conocimientos del tema de la hibridación del carbono, ya que es la base de la composición de los hidrocarburos y así adquiera la propiedad de concatenación (formar cadenas) y constituir diversos compuestos que aunados a diferentes grupos funcionales, que se desarrollan en el presente trabajo, se puede predecir y entender su comportamiento en la naturaleza.

La importancia de conocer a los grupos funcionales radica en que; son estructuras con una composición específica (oxígeno, hidrogeno, nitrógeno, yodo, flúor, azufre y cloro), las cuales reemplazan a algún átomo dentro de la cadena hidrocarbonada, lo que permite tener diversos tipos de grupos funcionales como son: alcoholes, aldehídos, cetonas esterres éteres, amidas, aminas, ácidos carboxílicos, etc.

De acuerdo a lo anterior el estudiante de las carreras en ciencias de la tierra, debe comprender que los temas mencionados, tratan del origen de la mayoría de los materiales de uso cotidiano como la ropa, los combustibles, pinturas, cosméticos, alimentos , que son útiles en el hogar y en la industria, cada uno tiene características diferentes a causa de su enlace químico, permitiendo saber de qué molécula se trata y su tipo hibridación, por lo tanto la aplicación de estos conocimientos que adquiera el alumno, son de gran importancia para comprender los temas que tratan tanto de los compuestos derivados del petróleo, como de los

elementos y compuestos químicos que conforman la composición o estructura de la tierra.

También debe de comprender que estos compuestos orgánicos pueden causar daños irreversibles al ambiente y con ello a la vida, si no se tiene la correcta aplicación de los conocimientos para el buen uso de estos compuestos orgánicos.

1.2 Objetivo.

La elaboración de este material didáctico tiene como objetivos:

- a) Que el alumno: comprenda la importancia de los tipos de hibridación que manifiesta el elemento carbono, de acuerdo a su propiedad de tetravalencia, la cual permite conformar estructuras con diferentes enlaces, mismos que dan origen diversos compuestos orgánicos.
- b) Que el alumno: reconozca la importancia de los grupos funcionales más comunes, mediante sus características y propiedades que los distinguen, que los identifique como fenómenos de la química orgánica, que permiten la formación de las diferentes estructuras de estos compuestos, los cuales son temas relevantes en esta materia de química y que es de gran apoyo al estudiante de las carreras de ciencias de la tierra, como: Ingeniero Petrolero, Ingeniero Geofísico, Ingeniero en Minas e Ingeniero Geólogo.

1.3. Metas.

Las metas que se desean alcanzar cuando el alumno obtenga los conocimientos básicos referentes a los temas estudiados de química orgánica en el área de ciencias de la tierra son:

- Lograr que alcance y/o adquiera los conocimientos básicos sobre los tipos de hibridación, así como la habilidad y destreza en la solución de ejercicios prácticos sobre la hibridación del carbono.
- Lograr que reconozca los diferentes grupos funcionales mediante su composición química y comprenda sus propiedades y características, así

como desarrollar su habilidad y destreza en la solución de los ejercicios propuestos en la unidad correspondiente a grupos funcionales.

- Que utilice este material de andamio didáctico, el cual le brindará con los temas tratados, los elementos para adquirir tanto los conocimientos teóricos, como los prácticos en la solución de ejercicios.

1.4 Metodología.

El siguiente trabajo consiste en la elaboración de material didáctico que sea de ayuda al alumno para una mejor comprensión de la materia de química orgánica, particularmente, en el área de ciencias de la tierra. Los temas que se analizan son relacionados con las propiedades del carbono, las cuales propician la hibridación y la generación de los grupos funcionales, así como reacciones que ocurren con los compuestos del mismo. Para esto se recurrió a:

1. Investigar y clasificar la bibliografía tanto impresa como digital que contiene la información y aplicación de los temas y subtemas que se desarrollan en el presente texto.
 2. Organizar y seleccionar la información obtenida que se incluirá y conformará el diseño de los temas y subtemas.
 3. Ordenar, redactar y resumir los contenidos de cada subtema, de forma clara y breve.
 4. Elaborar tablas y figuras para ser anexadas de acuerdo al tema o subtema de los contenidos.
 5. Seleccionar, diseñar y proponer tanto ejercicios como problemas prácticos de los temas vistos, para reafirmar y evidenciar lo aprendido.
 6. Seleccionar y elaborar material de consulta digital, el cual estará disponible en todo momento en la página de internet de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.
- El alumno debe aprender adicionalmente por iniciativa propia o de forma colaborativa, para proponer soluciones e innovar si es posible los métodos y conceptos que se le presentan, por lo tanto deberá conocer los objetivos que persigue.

Todo esto está realizado para que el estudiante de nivel superior, mejore sus conocimientos, destrezas y aptitudes en esta área, para una mejor realización y desarrollo profesional y que conlleve a una mejor interacción entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el impacto al medio ambiente.

1.5 Estado del arte de la Química Orgánica.

En el siglo XVIII, Antoine Laurent Lavoisier, dio carácter cuantitativo a la química e introdujo un sistema para nombrar y clasificar a los compuestos químicos, elevando con esto a la química a categoría de ciencia. Nombrándosele “padre de la química” por su aportación.

Lo anterior contribuyó junto con la aplicación del método científico, con el surgimiento de la química orgánica, el desarrollo de la química de análisis como la química de síntesis y los postulados de la teoría atómica a darle un gran impulso a la química como ciencia.

El campo de estudio de la química orgánica es tan inmenso como importante, ya que existen muchos compuestos que contienen carbono, existen moléculas tan sencillas, como complicadas, tanto en su ordenamiento como en su forma, la concatenación es una de las propiedades de estos compuestos, por lo tanto pueden formar cadenas o anillos de miles de átomos. A estas pueden unirse otros átomos principalmente de hidrógeno, oxígeno, azufre, cloro, flúor, nitrógeno entre otros, por lo tanto cada ordenamiento corresponde a un compuesto distinto.

De acuerdo con esto y considerando las propiedades del átomo de carbono, como son su tetravalencia y capacidad de enlazarse consigo mismo, es necesario el estudio de los temas de hibridación del átomo de carbono, así como el tema de los grupos funcionales, los cuales tienen sus fundamentos en diversas teorías como son:

La teoría de hibridación de orbitales, propuesta por el químico Linus Pauling, afirma que “En el momento de combinarse, los átomos alcanzan un estado de

excitación como consecuencia de la energía que ganan. En tal estado algunos electrones saltan de un orbital inferior a uno inmediatamente superior”¹

Pauling utilizó este fundamento para explicar la estructura de la molécula más sencilla que es la del metano (CH_4), en nuestros tiempos se considera una heurística eficaz para explicar las estructuras de los compuestos orgánicos.

La teoría de la hibridación es complementada por la “teoría de valencia”² desarrollada por Walter y Fritz, la cual propone la formación de orbitales híbridos para explicar los ángulos de enlace que se observan en algunas moléculas de los compuestos orgánicos. En consecuencia la hibridación es el mecanismo que justifica la distribución espacial de los pares de electrones de valencia y su geometría la cual puede ser, de acuerdo al tipo de hibridación, lineales, planares, triangulares y tetraédricas.

Por lo tanto en química orgánica, hablar de hibridación, se refiere a que cuando en un átomo se mezclan varios orbitales atómicos para formar nuevos orbitales híbridos, estos orbitales explican la forma en que se disponen los electrones en la formación de los enlaces covalentes.

Para el caso de los llamados grupos funcionales, cuyas características y propiedades son determinadas por la mezcla principalmente de carbono e hidrógeno, además de los elementos que les dan esta distinción de grupo funcional, como lo son: el oxígeno, el nitrógeno, el azufre y el grupo de los halógenos. Se tiene que: cada uno de estos grupos se han ido descubriendo conforme la industria química moderna produce y maneja estos compuestos, por ejemplo en la producción de los productos de limpieza, disolventes, pinturas, cosméticos, etc. y de acuerdo a las necesidades y usos que cada uno de estos grupos funcionales tiene en la vida cotidiana, la industria química cada vez obtiene más productos o compuestos orgánicos derivados de esta variedad de grupos funcionales.

¹Revista de divulgación científica. Encuentros en la Biología. “Linus Pauling un Hombre excepcional”, publicaciones electrónicas. Entidad Editora. Universidad de Málaga, España. 2013, págs. 20-24.

² Enlace químico y estructura de la materia, Ernesto de Jesús Alcañiz, Universidad de Alcalá, 2003. Pág. 54

En cuanto al origen de las reacciones químicas (procesos químicos), podría decirse que su comprensión inicia con el fenómeno de la combustión, ya que el hombre ha utilizado el fuego para muchos procesos por ejemplo, para cocción, en la fermentación de bebidas, obtención de minerales (pirometalurgia), etc. "Se ha documentado que en la antigüedad las culturas chinas, egipcias y sumerias, utilizaban estas reacciones químicas para diversas actividades como la elaboración o producción de pólvora, vidrio y sustancias o ungüentos que utilizaban como medicamentos"³.

De esta forma con la experimentación inicial que realizaron los alquimistas, se perfeccionaron técnicas e instrumentos con los cuales realizaron simultáneamente, múltiples descubrimientos tanto de compuestos, como de elementos.

Con la introducción del concepto de la estequiometría (medida de lo que no se puede dividir) por el científico Richter y la mejora en las técnicas, instrumentos y equipo científico, así como el trabajo en equipo de científicos, la química se ha desarrollado rápidamente en múltiples disciplinas y sus retos son enormes. Los retos más recientes están enfocados en las reacciones que se producen en la industria y en cómo proteger el medio ambiente de los contaminantes generados por estas reacciones químicas.

El siglo XXI ha experimentado el gran avance de la química. Actualmente se conocen miles de sustancias naturales y otras más sintetizadas por el hombre. La química ha permitido un avance extraordinario en todas las áreas del quehacer humano, se puede asegurar que los grandes descubrimientos y hazañas de los siglos anteriores, como la invención del automóvil, la bomba atómica, la computadora personal, la llegada del hombre a la luna, la telefonía y otros asombrosos aparatos, así como las drogas, tintas, plásticos, medicamentos etc. no habrían sido posibles sin la ayuda de la química.

³ Universidad Tecnológica de México, Química I. Ed. ediciones universidad tecnológica de México, s.c. Segunda reimpresión.2000. México, pag.19.

Unidad II. Hibridación del átomo de carbono en los compuestos orgánicos.

2.1 Introducción.

En el caso del carbono se sabe que su número atómico es igual a 6 y con ello podemos determinar su configuración electrónica, (Figura 1), la cual representa el arreglo de los seis electrones del átomo de carbono en los niveles 1 y 2 de energía, en donde se tienen los orbitales s y p (1s, 2s y 2p).

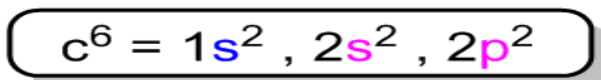


Figura 1. Configuración electrónica del átomo de carbono

En términos de energía, la configuración electrónica representa los diferentes niveles probables donde se encuentran localizados los electrones. Entonces que referimos que, para el caso del carbono, se ocupan los dos primeros niveles de energía y los orbitales s y p (Figura 2).

De acuerdo a esto sabemos que para el nivel $n=1$ solo se tiene el orbital s, mientras que para el nivel $n=2$ se encuentran presentes los orbitales s y p. Esta representación que resulta de ubicar a los electrones en la gráfica de la (Figura 2), donde cada nivel, se le conoce como estado basal del átomo de carbono.

Aunque los subniveles 2s y 2p, son del mismo número cuántico principal $n=2$, tienen diferente energía basal.

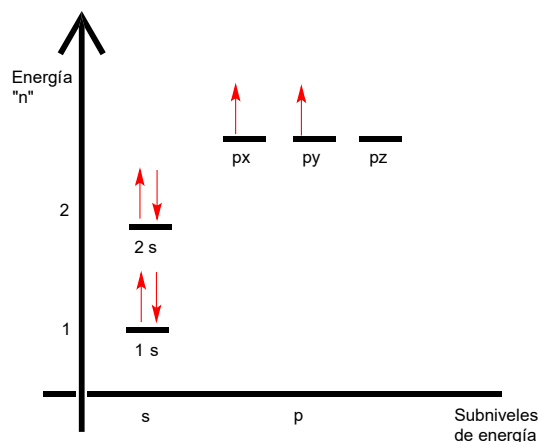


Figura 2. Niveles energéticos

Es importante resaltar dos aspectos dentro del arreglo de los electrones del carbono; el primero es que los electrones del nivel $n=1$ que se encuentran en el orbital 1s, no participan en el fenómeno de hibridación, debido a que constituyen el CORE⁴ del átomo. El segundo aspecto a notar es que los electrones ubicados en 2s y 2p, son los llamados electrones de valencia y son los que están involucrados en la formación de los 4 enlaces que caracterizan al átomo de carbono, sin olvidar que el tipo de enlace es covalente

De acuerdo a lo anterior y tomando en cuenta solo a los electrones de valencia del carbono, tenemos que: la hibridación del átomo de carbono surge cuando los orbitales del subnivel 2s se combinan con los orbitales del subnivel 2p para generar 4 nuevos orbitales "degenerados", los cuales se pueden ver en la Figura 3, estos orbitales que resultan de la combinación del orbital s y los tres orbitales del subnivel 2p (p_x , p_y y p_z), son los denominados orbitales híbridos, los cuales tienen como característica principal tener el mismo valor de energía.

⁴ CORE o carozo central, parte nuclear del átomo que no se altera cuando los átomos interactúan para formar una sustancia, en un diagrama de Lewis, el core se representa con el símbolo del elemento.

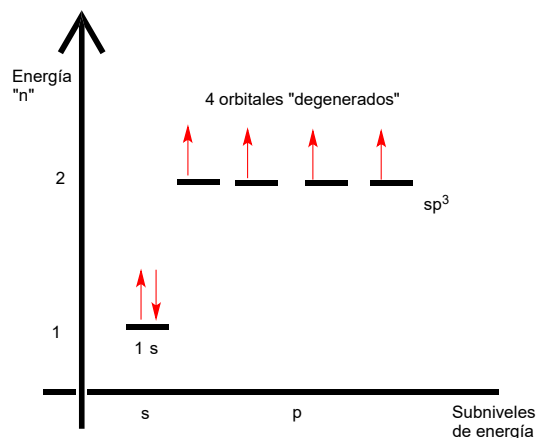


Figura 3. Orbitales degenerados.

De esta manera los cuatro orbitales están ocupados por un electrón, dando la posibilidad de aceptar cada uno un electrón más y formar un enlace por cada orbital degenerado, esto explica con claridad cómo es posible que el carbono forme siempre cuatro enlaces. Tenemos por ejemplo la molécula del metano CH_4 , (Figura 4), la cual representa, para este caso, a los orbitales del carbono híbrido y los cuatro enlaces sencillos en un carbono enlazado cada uno con el correspondiente átomo de hidrógeno.

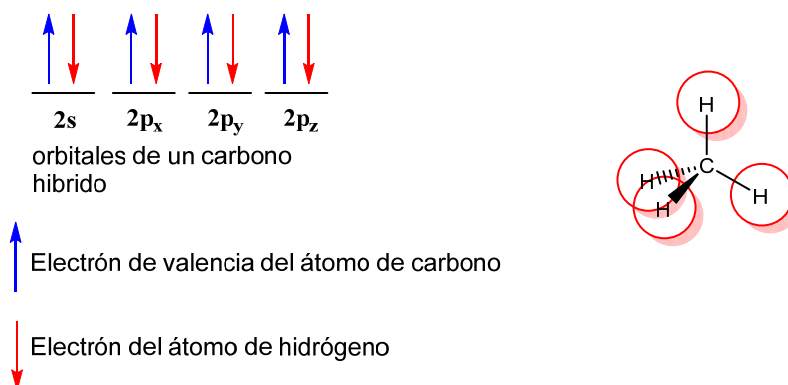


Figura 4. Orbitales del carbono híbrido y sus cuatro enlaces sencillos con átomos de hidrógeno.

Existen tres tipos de hibridación para el carbono, que son denominados hibridaciones tipo sp^3 , sp^2 y sp .

2.2. Hibridación sp^3

Las características de la hibridación sp^3 consisten principalmente en el: resultado de la combinación del orbital s y de los tres orbitales p, obteniendo cuatro orbitales idénticos entre sí, lo que genera un carbono con cuatro enlaces sencillos iguales, denominados enlace tipo sigma (σ) y los cuales se describirán con detalle en el capítulo 2.5.

Este tipo de enlace cuales debido a los efectos de repulsión entre los electrones que conforman el átomo, presentan una geometría estructural tetraédrica que permite que los enlaces tengan la máxima separación entre enlaces adyacentes, obteniendo un ángulo característico de 109.5° para este tipo de hibridación. En la Figura 5, se puede observar la molécula de metano que muestra precisamente como el carbono con configuración sp^3 presenta una estructura tetraédrica.

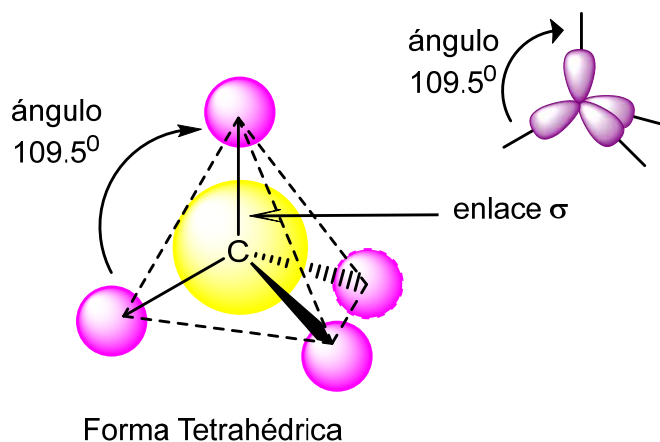


Figura 5. Geometría estructural tetraédrica y ángulo de enlace para la molécula del metano (CH_4)

2.3. Hibridación sp^2 .

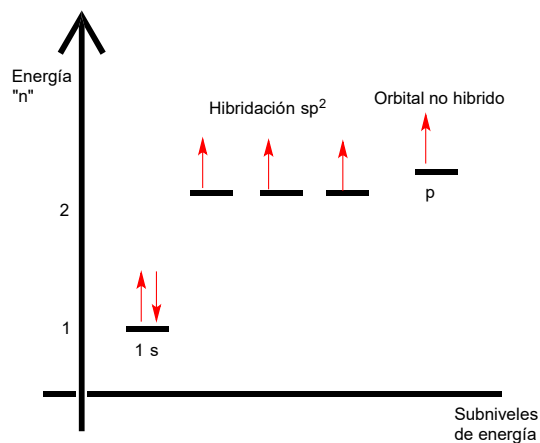


Figura 6. Representación energética de la hibridación sp^2 .

En el caso de la hibridación sp^2 , las características más importantes de esta configuración consisten en la combinación del orbital “s” y dos orbitales “p”, y queda un orbital “p” no híbrido (Figura 6), el cual forma un enlace por traslape lateral. Esta combinación de orbitales presenta estructura geométrica trigonal planar, lo que explica por qué el ángulo que se forma entre los enlaces híbridos es de 120° , (Figura 7). En este caso el orbital no hibridado es lo que permite la formación del enlace doble y se denominan enlaces tipo pi (π).

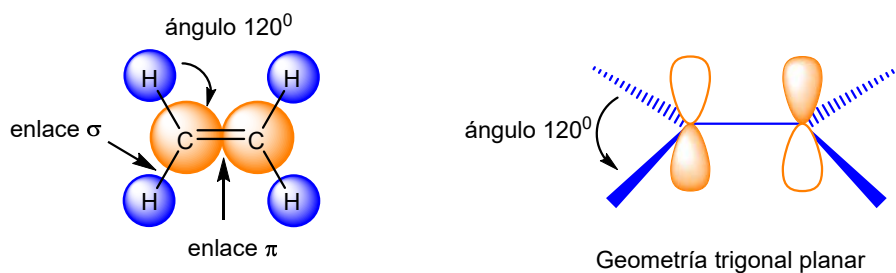


Figura 7. Geometría estructural trigonal planar y ángulo de enlace para la molécula del eteno.

2.4. Hibridación sp .

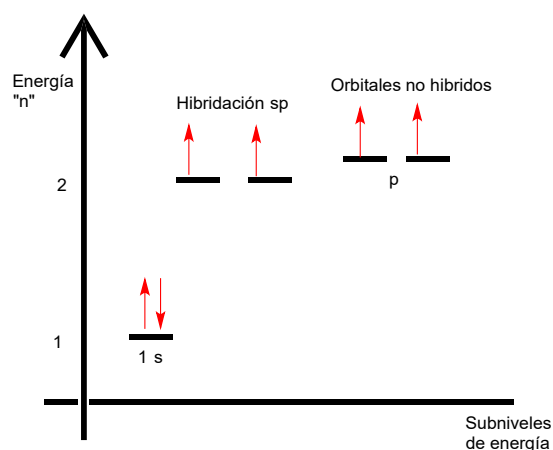


Figura 8. Representación energética de la hibridación sp .

La última hibridación que se denomina como sp y consiste en: la combinación del orbital "s" y solo uno de los orbitales "p" (Figura 8), generando una estructura lineal con ángulo de 180° , mientras que los dos orbitales "p" no híbridos se traslapan lateralmente y son los que conforman el triple enlace, con dos enlaces tipo pi (π) y que se encuentran con orientación lineal entre sí. (Figura 9).

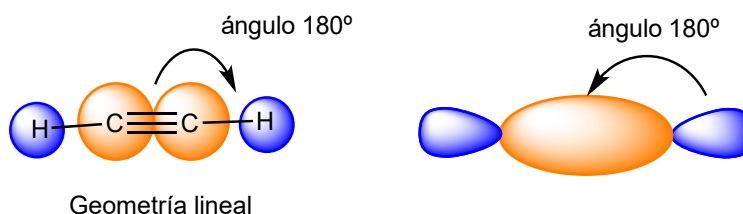


Figura 9. Geometría estructural lineal y ángulo de enlace para la molécula de un alquino.

En resumen, en la hibridación del átomo de carbono y los orbitales degenerados al combinarse, generan tres diferentes tipos de hibridación.

La hibridación sp^3 , en la cual se generan 4 orbitales híbridos y cuatro enlaces sencillos; la hibridación sp^2 , se generan 3 orbitales híbridos y uno queda compartido con otro átomo de carbono, generando enlaces sigma y pi (π); y por último la hibridación sp , en esta se forman dos orbitales híbridos que generan dos enlaces sigma y dos enlaces pi (π).

2.5 Enlace tipo Sigma y Pi.

En química orgánica se pueden diferenciar 2 tipos de enlaces, los enlaces tipo sigma (σ) los cuales se generan por causa de la combinación unidireccional de los orbitales, y los enlaces tipo (π) que se forman por la combinación lateral de los orbitales no híbridos del átomo de carbono. La combinación de dos orbitales para conformar un enlace se denomina traslape de orbitales.

A los enlaces sencillos se les nombra enlaces de tipo sigma (σ) y pueden ser generados por un orbital “s” y un orbital “p” (Figura 10), o por el traslape de dos orbitales “p”, (Figura 11). Para este tipo de enlace tipo sigma la longitud promedio de enlace entre núcleos de los átomos de carbono es de 1.54 Armstrong (Å).

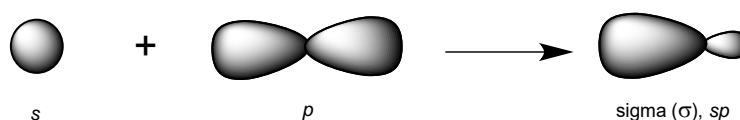


Figura 10. Enlace de tipo sigma (σ) al traslaparse los orbitales s y p.

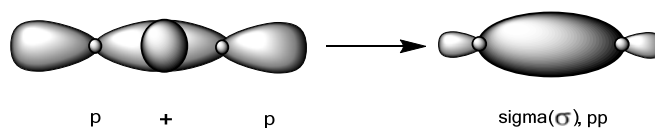


Figura 11. Enlace de tipo sigma (σ) al traslaparse dos orbitales p.

Para la formación de enlaces dobles o triples, los cuales se denominan enlace tipo pi (π), corresponden al traslape lateral de dos orbitales “p”, lo que permite generar dos nubes de electrones paralelas, tal y como se observa en la Figura 12. En este caso para la formación de un doble enlace se tiene una distancia de enlace de 1.33 (Å), mientras que si se presentara la formación de un enlace triple que tendrá dos enlaces tipo pi la longitud de enlace es de 1.20 (Å).

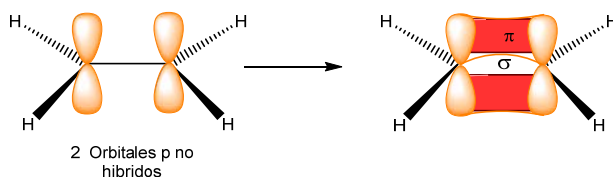


Figura 12. Traslape de 2 orbitales p, generando un doble enlace, con los enlaces sigma (σ) y pi (π).

En química orgánica, existe también el concepto de antienlace, el cual consiste en que los orbitales no se traslapan, la manera de indicar la presencia de un antienlace es colocando un asterisco como superíndice en el enlace σ o π . Lo antes mencionado se puede resumir de la siguiente manera, cuando se tiene un enlace de tipo sigma se pone solo el símbolo (σ), mientras que para su antienlace se denomina sigma asterisco (σ^*). Esto se repite con los enlaces tipo pi (π) y antienlace pi asterisco (π^*). (Figura 13).

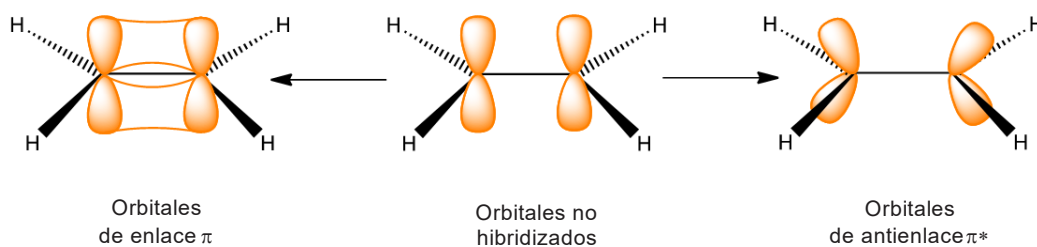


Figura 13. Orbital enlazante pi π y orbital antienlazante π^*

Unidad III. Principales grupos funcionales en la química orgánica, su nomenclatura y propiedades.

3.1 Introducción.

En el siguiente capítulo aprenderemos las características y propiedades de los llamados grupos funcionales y su importancia en la industria. Se ejemplificarán de acuerdo a su grupo funcional, nomenclatura, y propiedades químicas que los caracterizan.

Como se mencionó en el capítulo de hibridación, una gran variedad de compuestos que existen en la química orgánica son el resultado de la forma de hibridación que presenta el carbono al mezclarse con diferentes elementos, los cuales tendrán características físicas y químicas diferentes entre sí, ya que esta propiedad dependerá del tipo de enlace y del elemento en específico, con el cual se combine o enlace el carbono.

La propiedad del carbono que le permite formar cadenas (concatenación) con otros carbonos, tiene como resultado una gran cantidad y variedad de compuestos que se diferencian entre sí, tanto por su tipo de estructura como por sus características por ejemplo su estado físico, grupo al que pertenecen (oxigenados, nitrogenados etc.).

Es así como surgen los hidrocarburos más ampliamente conocidos, los cuales contienen desde una molécula simple hasta miles (polímeros) de átomos de carbono en su estructura molecular, sin olvidar que estas cadenas contienen en los diferentes casos, enlaces simples, enlaces dobles y/o enlaces triples, así como estar combinados con otros elementos como el azufre, oxígeno, nitrógeno, halógenos (F, Cl, Br y I) que son los más comunes y objeto de estudio en este tema, y que están mezclados en la molécula del compuesto orgánico, dándole con esto el nombre y propiedades específicas, tales como reactividad química.

La gran diversidad con la cual se combina el carbono con otros elementos químicos ha originado compuestos con diferentes propiedades químicas, por lo que se decidió mostrarlos de acuerdo a sus características, usos o aplicaciones,

su importancia con respecto a la industria química y a las Ciencias de la Tierra. De acuerdo a sus distintas propiedades químicas y físicas, a estas sustancias se les nombra grupos funcionales.

La gama de usos que se le da a los grupos funcionales es variada, ya que de acuerdo a sus características químicas y de reactividad, algunos se utilizan en la elaboración de perfumes, saborizantes, disolventes, insecticidas, refrigerantes, para preservar alimentos, elaboración de plásticos, hule, combustible, pinturas, resinas, emulsificantes, neutralizantes, lubricantes y polímeros entre otros tantos cientos de compuestos que se producen cotidianamente en la industria petroquímica.

3.2. Clasificación de los grupos funcionales de acuerdo a sus propiedades y nomenclatura.

La definición de grupo funcional corresponde al grupo de átomos que se encuentran unidos de forma característica a un carbono, lo que permite distinguir a compuestos orgánicos por sus propiedades químicas, así como clasificar a un gran número de compuestos y distinguirlos de los demás.

Se deben de seguir las reglas generales de la Unión internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC). Para poder clasificar a los compuestos de una manera sistemática y congruente.

Los grupos funcionales se pueden clasificar en cuatro grupos, oxigenados, azufrados, nitrogenados y halogenados.

Los oxigenados a su vez se dividen en tres subgrupos, el grupo alcohol (hidroxilo) el grupo éter, (en donde se reconoce que un átomo de carbono se une a través de un enlace simple con un oxígeno para formar alcoholes, mientras que cuando se une a dos carbonos es un éter), el grupo carbonilo con el cual se conforman aldehídos y cetonas, el cual presenta un átomo de carbono unido a un oxígeno mediante un enlace doble, (en el caso de que el grupo carbonilo solo se encuentre unido a carbono e hidrogeno se denomina como aldehídos, mientras que cuando solo se unen a carbono son el grupo cetona). En otro caso cuando además de

presentar el carbonilo si se une otro oxígeno se tienen los grupos de los ácidos carboxílicos y ésteres.

El grupo de los compuestos nitrogenados se dividen en dos, el grupo amino, que consiste en un carbono unido a un nitrógeno a través de un enlace simple, y el grupo amida (o carboxiamida), que consiste en un carbono con un enlace doble unido a un oxígeno y un carbono con un enlace simple con un nitrógeno.

En los compuestos azufrados se tienen a los tioles. Estos compuestos orgánicos presentan un enlace simple entre un carbono y el azufre. Otro tipo de compuestos son los sulfóxidos y las sulfonas que consisten en un azufre con un oxígeno formando un doble enlace en donde además el azufre se une a dos carbonos distintos. En el caso de los sulfóxidos solo se tiene un oxígeno, mientras que para las sulfonas se presentan dos oxígenos unidos al azufre, cada uno con un doble enlace.

El último grupo que se menciona en este trabajo es con los halogenuros de alquilo que consisten en la formación de un enlace entre el carbono y un halógeno. Lo anterior se muestra en la Figura 14.

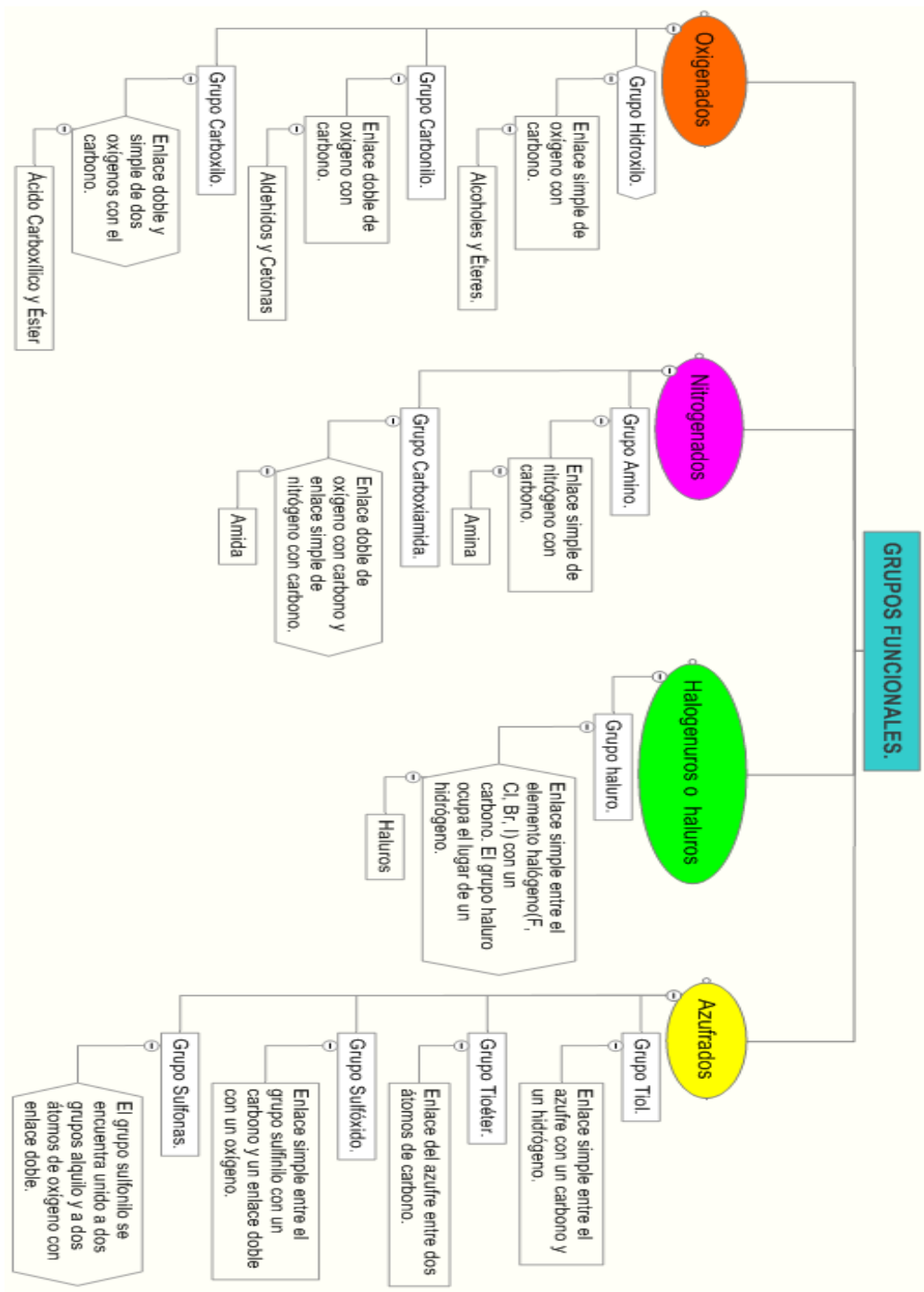


Figura 14. Clasificación de los grupos funcionales oxigenados, nitrogenados, haluros y azufrados.

3.2.1. Grupos Radicales.

Para el caso del carbono que es un átomo tetravalente, este puede formar hasta cuatro enlaces covalentes. Los compuestos derivados del carbono denominados hidrocarburos se dividen en dos grandes grupos los alifáticos (lineales) y los aromáticos (cíclicos), (Figura 15).

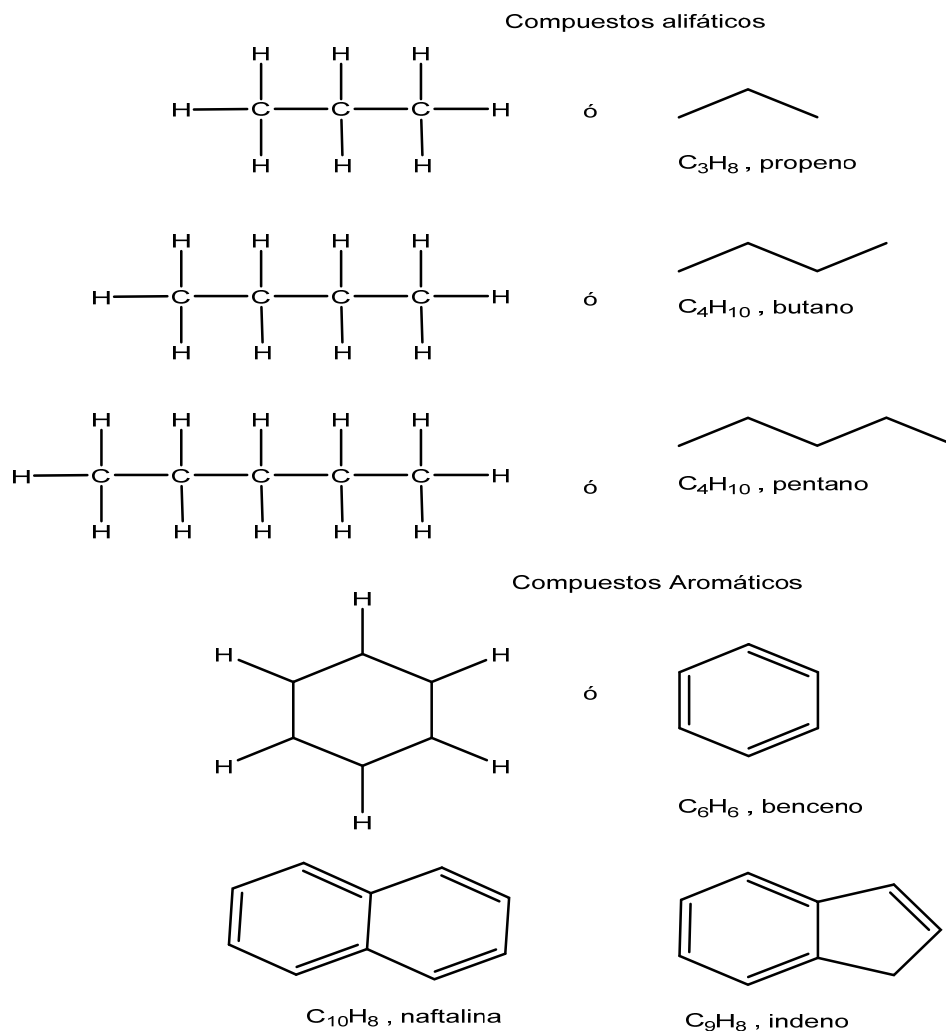


Figura 15. Diversas estructuras de los grupos, alifáticos simples y aromáticos.

En el caso de que estos mismos compuestos derivados del carbono presenten una valencia libre, esto implica que de los posibles cuatro enlaces, uno de ellos no se ha formado, por lo que los compuestos se pueden unir ya sea a otro compuesto o elemento. A los compuestos que les falta un enlace por lo general constituyen y se les denomina radicales y así en los hidrocarburos existen radicales alifáticos y

radicales aromáticos. En la Figura 16 se pueden observar algunos ejemplos de estos radicales. La nomenclatura para radicales es relativamente sencilla ya que, dependiendo del hidrocarburo, por lo general para indicar que es un radical se sustituye la terminación del compuesto y se pone la terminación “ilo”. Por ejemplo en el caso del metano que es un alcano, el radical correspondiente es el metilo, (ejemplo (a) de la Figura 16). Es común dentro de esta área representarse de forma genérica a los radicales alifáticos con la letra R y a los aromáticos como Ar.

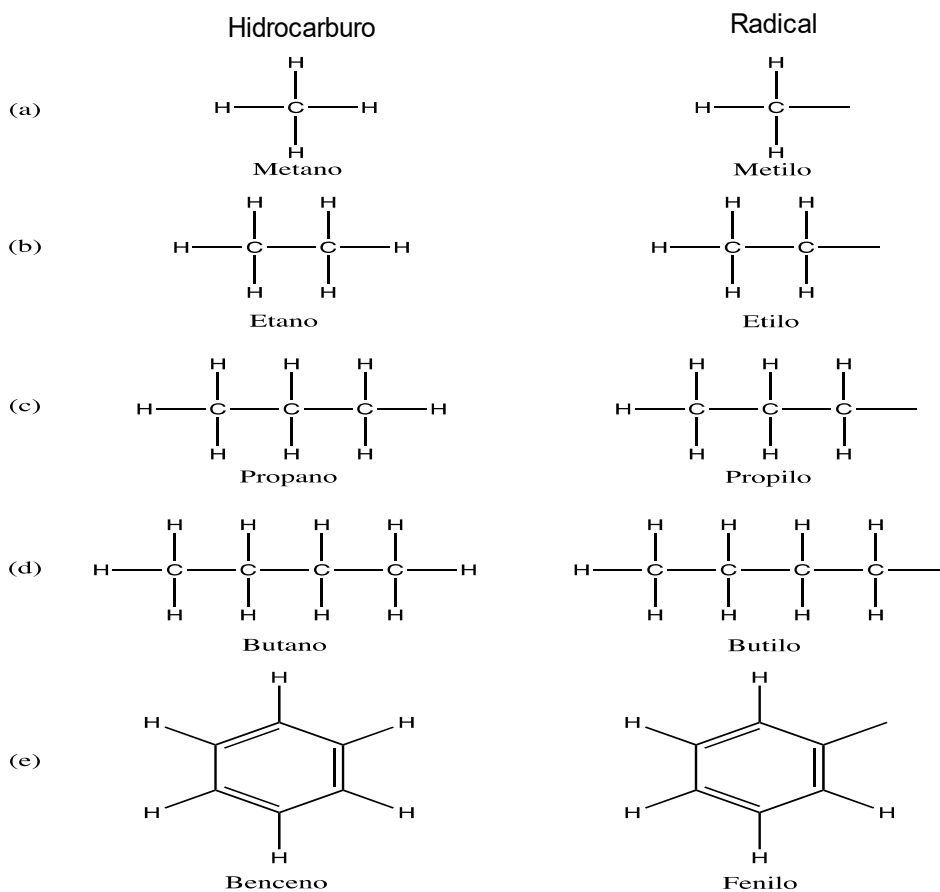


Figura 16. Ejemplos de radicales para grupos alifáticos y aromáticos.

3.3. Alcoholes, grupo hidroxilo.

Los alcoholes son un grupo funcional muy característico debido a la presencia del grupo hidroxilo (OH), el cual, debido a su similar al agua de formar puente de hidrógeno, (que es un tipo de interacción intermolecular), permite modificar drásticamente las características de sus alcanos predecesores como el metano que es un gas, pero cuando se sustituye uno de los hidrógenos por OH se obtiene el alcohol metílico que es un líquido. Lo mismo sucede con el etano al formar alcohol etílico. Existen dos nomenclaturas para nombrar a este grupo funcional, la primera consiste en colocar la palabra alcohol seguida del radical hidrocarbonado colocando la terminación “ílico”, este tipo de nomenclatura se usa regularmente para alcoholes simples, tal y como se observan en la Tabla 1.

Nomenclatura de alcoholes				
Alcano	Estructura	Común	IUPAC	
Metano	CH ₄	Alcohol Metílico	Metanol	CH ₃ OH
Etano	CH ₃ CH ₃	Alcohol Etilico	Etanol	CH ₃ CH ₂ OH
Propano	CH ₃ CH ₂ CH ₃	Alcohol Propílico	Propanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH
Butano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	Alcohol Butílico	Butanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH
Pentano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	Alcohol Pentílico	Pentanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH

Tabla 1. Nomenclatura común y Nomenclatura IUPAC para nombrar alcoholes.

La segunda nomenclatura que es la recomendada por la IUPAC indica que cuando un compuesto presenta como grupo principal al hidroxilo (OH) se debe de sustituir la terminación del compuesto por “ol”, usando los mismos ejemplos de la tabla 1, se puede observar como los alcanos cambian su terminación de “o” por “ol”, por ejemplo metano a metanol, (Tabla 1).

La clasificación de los alcoholes adicionalmente se puede dar de dos formas; la primera depende del número de grupos de hidróxido (-OH) que tenga enlazados a sus moléculas y la posición del radical, esto se refiere a: los alcoholes simples con un grupo hidroxilo y los alcoholes con más de un grupo OH presente se denominan glicoles. (Tabla 2).

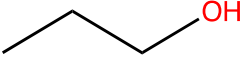
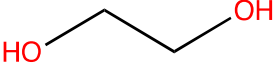
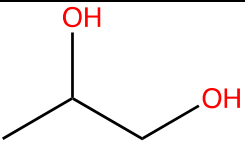
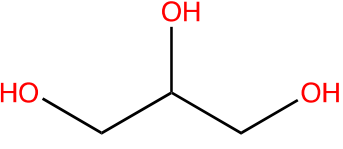
Fórmula	Nombre	clasificación
	1-propanol	alcohol
	1,2-etanodiol	Diol, glicol
	1,2-propanodiol (propilenglicol)	Diol, glicol
	1,2,3-propanotriol (glicerina)	Triol, glicol

Tabla2. Alcoholes monohidroxílicos, dihidroxílicos y los trihidroxílicos.

La segunda clasificación está referida al número y posición del carbón y de los hidrógenos presentes. Esto se refiere a que, si el carbón tiene al menos dos hidrógenos, el alcohol formado se le categoriza como primario. En el caso de que solo contenga un hidrogeno el carbono, el alcohol se cataloga como secundario y en el caso de que no se presenten hidrógenos se tendrá un alcohol terciario (Tabla 3).

Tipo de alcohol	Estructura	Ejemplo
Alcohol primario	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$
Alcohol secundario	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{H} \end{array}$
Alcohol terciario	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{R} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$

Tabla 3. Alcoholes primarios, secundarios y terciarios.

3.3.1. Propiedades físicas de los alcoholes.

Las propiedades físicas como se mencionó brevemente que presentan este grupo funcional son variadas, por ejemplo: son líquidos incoloros de baja masa molecular y de olor propio, menos denso que el agua y por lo general muy soluble en H₂O. Si aumenta su masa molecular, aumentan su punto de ebullición, disminuye su solubilidad en agua al aumentar el peso de la molécula.

El estado de agregación de los alcoholes, de C₁ a C₁₂ son líquidos y de C₁₃ en adelante son sólidos. Su densidad es menor que la del agua (0.8 g/cm³) Los glicoles y fenoles complejos que son alcoholes con anillos aromáticos tienen una densidad mayor que la del agua; son solubles en ella. Al aumentar el número de carbonos, aumenta la porción no polar y la molécula se vuelve menos parecida al agua y por lo tanto menos soluble.

Los puntos de fusión y de ebullición de los alcoholes aumentan con la masa molecular, sin embargo estos puntos de ebullición se abaten si el compuesto se ramifica, como es el caso del butanol que ebulle a 118°C, mientras que el isobutanol que es el mismo compuesto, pero con un metilo ramificado ebulle a los 108°C (Figura 17).

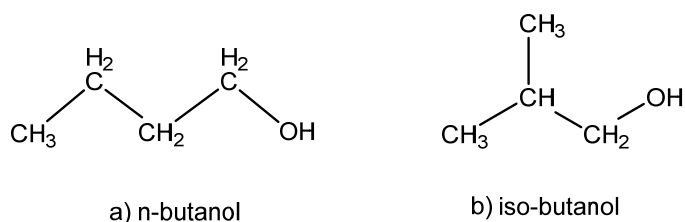


Figura 17. Punto de ebullición del: a) Butanol 118°C, b) Isobutanol 108°C.

3.3.2. Usos y aplicaciones de los alcoholes.

En la vida cotidiana los alcoholes tienen una gran cantidad de aplicaciones, tanto en la industria como en el hogar. Tal es el caso del metanol, en la industria se utiliza como anticongelante, disolvente de compuestos polares y no polares, es un compuesto que se requiere para la elaboración de plásticos, es un excelente combustible, inflamable y poco contaminante, también se requiere para elaborar

medicamentos, perfumes y como desinfectante. En el hogar se utiliza el alcohol desnaturalizado como antiséptico, así como el alcohol isopropílico para masajes corporales, el etanol se utiliza en las bebidas alcohólicas.

En el caso de alcoholes más complejos existen una serie de reglas para nombrarlos correctamente de acuerdo a la IUPAC, los pasos a seguir son los siguientes:

1. Se identifica la cadena más grande dentro del hidrocarburo y se enumera la cadena de tal manera que al carbono que soporta el hidroxilo le corresponda el menor número posible, es importante considerar que la cadena elegida además presente el mayor número de ramificaciones.
2. Se identifica las ramificaciones de acuerdo a la cadena principal, se ordenan en orden alfabético, sin olvidar el número del carbono al que se encuentra unido.
3. Para nombrar a los compuestos se coloca primero los sustituyentes en orden alfabético, cada nombre y número estarán separados por un guion y coloca al final el número en el cual se coloca el grupo hidroxilo seguido del nombre de la cadena de acuerdo al número de carbonos con la terminación "ol" (Figuras 18 y 19).

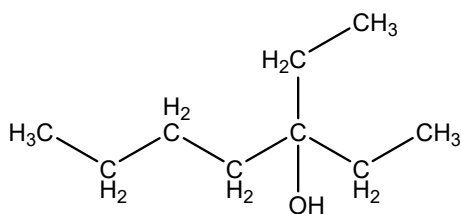


Figura 18. 3-etil-3-heptanol

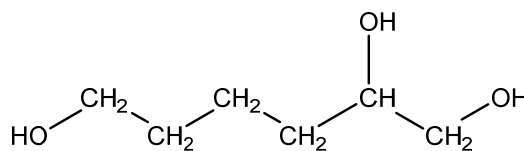


Figura 19. 1-2-6-hexanotriol

3.3.3. Ejemplos de estructuras con el grupo funcional alcohol.

En este apartado podemos mencionar como el isopropanol un alcohol secundario es muy utilizado en la industria debido a sus características de evaporarse rápidamente y de remover impurezas en dispositivos electrónicos. En el caso de los glicoles estos compuestos también son muy importantes debido a su uso en la ingeniería como lubricantes plastificantes estabilizadores o desengrasantes de equipo industrial tal como se usa en las máquinas de perforación o de extracción. En la Figura 20 se puede apreciar algunos de estos glicoles aparte del isopropanol

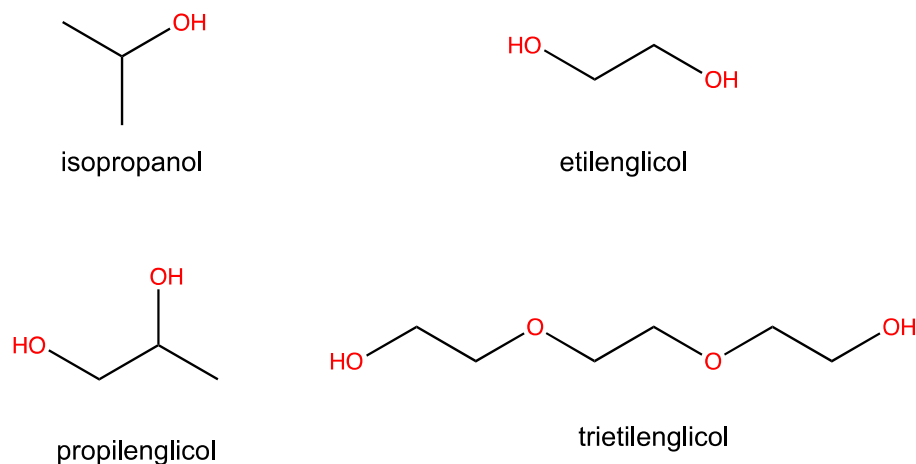


Figura 20. Ejemplos de alcoholes.

3.4. Grupo Éter.

La estructura de este compuesto orgánico que pertenece al grupo de los oxigenados y provienen esencialmente cuando un átomo de oxígeno reemplaza a un átomo de hidrogeno, uniéndose a dos grupos alquilo por un átomo de oxígeno. Su arreglo se representa como: $R-O-R'$, donde R' representa otro grupo alquilo diferente a R , la forma común de nombrar a este grupo es: primero se escribe la palabra éter seguida de los radicales alquilo con terminación "ico". Si hay dos

grupos idénticos se utiliza el prefijo “di” y si son diferentes se nombran por orden alfabético. En la (Tabla 4) se muestran algunos ejemplos.

Radical	Estructura	Éter	Estructura
Etil	CH_3CH_2^-	Dietílico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$
Propano	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2^-$	Dipropílico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{H}_3$
Butil	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2^-$	Dibutílico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
Benceno	C_6H_5^-	Difenílico	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OC}_6\text{H}_5$

Tabla 4. Grupo éter.

En el caso de estructuras complejas, la nomenclatura IUPAC, recomienda que, para citar a los éteres se comience por numerar el carbono que tiene el grupo alcoxi (RO-) o el que tiene el grupo aroxi (ArO-), siguiendo las reglas siguientes según sea el caso:

1. Para el grupo alcohoxi, se toma como cadena principal la más larga de carbonos que se relaciona con el oxígeno y se nombra el alcohoxi como un sustituyente. Si los radicales no tienen un nombre simple, se agrega el prefijo “oxi” (Figura 21).

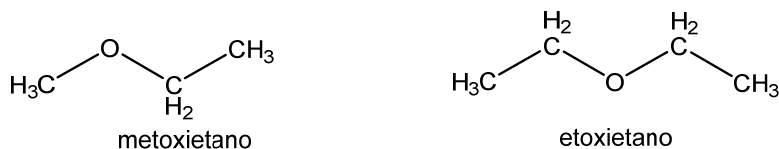


Figura 21. Éteres con prefijo “oxi”

2. Se nombra a los éteres como derivados de dos grupos alquilo, ordenándolos alfabéticamente y agregando la palabra éter (Figura 22).

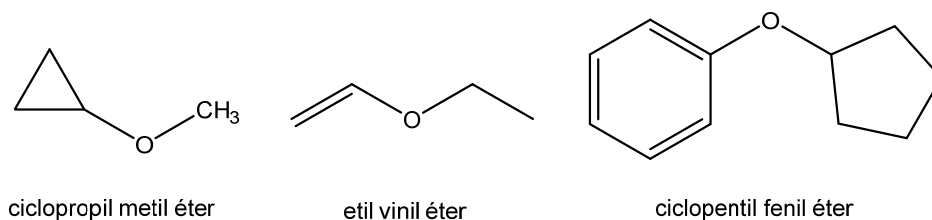


Figura 22. Éteres derivados de dos grupos alquilo.

3. En el caso de los éteres cíclicos, como son muy pocos los ejemplos que se tienen, estos regularmente se nombran de acuerdo a un nombre común, en el caso del anillo de 3 miembros con un oxígeno se llama oxirano, para un anillo de 4 miembros oxetano, de 5 tetrahydrofurano y de 6 pirano (Figura 23).

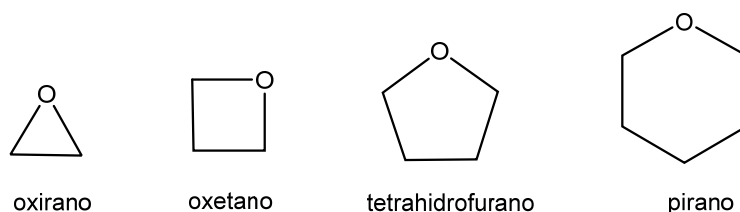


Figura 23. Éteres cíclicos.

3.4.1. Propiedades físicas del grupo funcional éter.

Las propiedades físicas de este grupo funcional en términos generales, son compuestos que en comparación de los alcoholes presentan puntos de ebullición bajos, en estado líquido, son incoloros, con un olor fuerte-dulce, muy volátiles, son menos densos ($0,7134 \text{ gr/cm}^3$) que el agua, y en general son insolubles en agua. Los éteres con cadenas carbonadas mayores tienen mayor punto de ebullición a medida que aumenta la longitud de la cadena. Tienen puntos de ebullición más bajos que la de los alcoholes del mismo número de átomos de carbono y aquellos de cadena lineal tienen un punto de ebullición bastante similar a los alcanos con peso molecular comparable. Por ejemplo el punto de ebullición del dietil-éter es de $36.1 \text{ }^\circ\text{C}$ mientras que el pentano que tiene una estructura similar y punto de ebullición de $36.1 \text{ }^\circ\text{C}$ éter es de $36.1 \text{ }^\circ\text{C}$ (Figura 24).

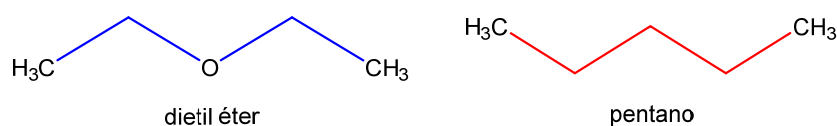


Figura 24. Punto de ebullición del a) Dietil éter y b) pentano (-36.1°C).

3.4.2. Usos y aplicaciones de los éteres.

Sus aplicaciones o usos más notables tanto en la industria, como en la vida cotidiana, tenemos al éter difenílico, utilizado como líquido calefactor en las instalaciones industriales. Uno no menos importante es el dietil éter el cual se emplea como disolvente de sustancias como resinas, aceites, perfumes, tintes, adhesivos, otro ejemplo son los poliéteres fenílicos (plásticos) utilizados como aislantes eléctricos y para soportar temperaturas altas, así como el tetrahidrofurano cuya propiedad es ser un disolvente que aumenta el índice de octano de las gasolinas y disminuyendo la contaminación por plomo. Otras aplicaciones son: como refrigerante, combustible de motores diésel, como anestésico en cirugías, es un excelente antioxidante, así como plaguicida (dibutil éter).

3.4.3. Ejemplos de estructuras con el grupo funcional éter.

Tal como se mencionó los éteres son compuestos muy importantes en la industria y en este apartado presentamos algunos de ellos en la Figura 25 que son usados ampliamente.

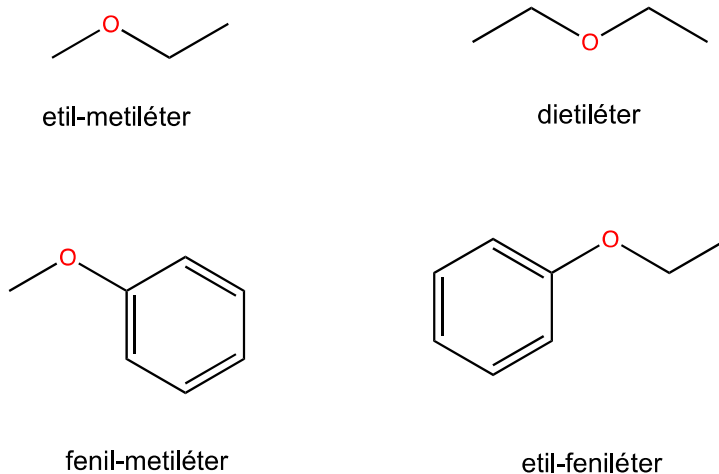


Figura 25. Ejemplos del grupo éter

3.5. Compuestos del Grupo Carbonilo, Aldehído.

El grupo carbonilo se caracteriza por estar constituido por un átomo de oxígeno unido a uno carbono formando un doble enlace (un enlace π y un enlace σ), dejando libre dos valencias del carbono para formar los distintos grupos funcionales los cuales se caracterizan por tener el grupo carbonilo. (Figura 26).

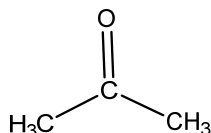


Figura 26. Grupo carbonilo

En el caso especial de los aldehídos, se tiene presente el grupo carbonilo, un hidrogeno como tercer enlace en el carbono y la valencia restante con diferentes radicales hidrocarbonados (Figura 27).

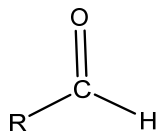


Figura 27. Grupo aldehído

Los aldehídos se originan por reacciones de oxidación de los alcoholes primarios. Por ejemplo, el aldehído etanal, proviene de la oxidación del alcohol primario etanol, cuando el oxidante toma dos hidrógenos del etanol provocando que se rompa el enlace C-H. Al ocurrir esto, el oxígeno del etanol forma doble enlace con el carbono cumpliéndose la tetravalencia del carbono. En la tabla 5 se pueden observar algunos nombres comunes de este grupo funcional.

Compuesto	Estructura
Aldehído fórmico	HCHO
Aldehído acético	CH ₃ CHO
Aldehído propiónico	C ₂ H ₅ CHO
Aldehído butírico	C ₃ H ₇ CHO
Aldehído valérico	C ₄ H ₉ CHO

Tabla 5. Ejemplos de aldehído simples.

En la nomenclatura IUPAC, para nombrar al aldehído, se mantiene el nombre del alcano y se sustituye la terminación “ano” por aldehído, esto se ejemplifica en la (Tabla 6).

Alcano	Estructura	Compuesto	Estructura
Metano	CH ₄	Metanaldehído	HCHO
Etano	CH ₃ CH ₃	Etanaldehído	CH ₃ CHO
Propano	CH ₃ CH ₂ CH ₃	Propanaldehído	C ₂ H ₅ CHO
Butano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	Butanaldehído	C ₃ H ₇ CHO
Pentano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	pentanaldehído	C ₄ H ₉ CHO

Tabla 6. Ejemplo de la IUPAC, para nombrar al grupo aldehído.

El grupo de los aldehídos son funciones terminales, lo que significa que van al final de las cadenas. Para el caso de aldehídos aromáticos, se tienen los enlaces de acuerdo a la estructura del compuesto, como se observa en la Figura 28.

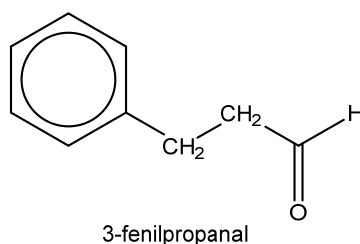


Figura 28. Compuestos aromáticos, 3- fenilpropanal.

De acuerdo a la nomenclatura de este tipo de ciclos, si presentan sustituyentes menos importantes, se les nombra primero. De esta forma tenemos el siguiente ejemplo (Figura 29).

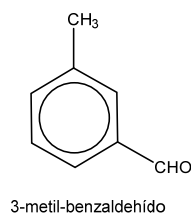


Figura 29. Compuesto aromático, 3-metil-benzaldehído.

3.5.1. Propiedades físicas del grupo funcional aldehído.

En cuanto a las propiedades físicas que los diferencian de otros grupos, se tiene que este grupo funcional se le puede encontrar en los tres estados físicos; gaseoso de C₁ a C₂, los líquidos van de C₃ a C₁₂ mientras de C₁₃ en adelante, se encuentran en estado sólido a temperatura normal, incoloros, de un olor penetrante, son solubles en agua y en otros solventes apolares, como el hexano o éter de petróleo.

Su densidad aumenta conforme aumenta el número de carbonos, pero son menos densos que el agua (0.82 g/cm³), los compuestos aromáticos presentan una mayor densidad que el agua ejemplo el benzaldehído (1.04 g/cm³), esta densidad decrece conforme se incrementa el tamaño del grupo alquilo (R) ya que en las grandes moléculas de aldehídos predomina la porción no polar (Figura 30) así tienen puntos de ebullición y fusión mayores a los alcanos del mismo peso molecular, y menores a los alcoholes. Esto se debe a la formación de dipolos y por qué no hay formación de puentes de hidrógeno en sus moléculas. Por ende los puntos de ebullición (Pe) y fusión (Pf) del etanol y del etanaldehído son respectivamente: Pe. (78°C y 20.2°C), Pf. (-114°C y -123.5°C)

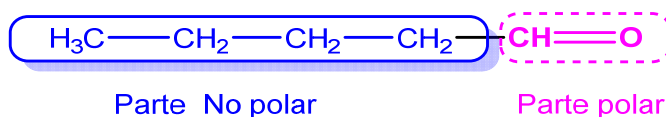


Figura 30. Parte no polar y parte polar de una molécula.

3.5.2. Usos y aplicaciones de los aldehídos.

La utilidad y aplicaciones que se les da a estos compuestos en las diversas áreas de la vida cotidiana son muchas, tenemos por ejemplo el metanaldehído (formol, nombre comercial) el cual se utiliza como bactericida, en la fabricación de papel y ropa, así como en la producción de perfumes, tintes, pesticidas y productos farmacéuticos tales como desinfectantes y somníferos. Otro compuesto es el llamado etanaldehído o acetaldehído fundamental en la producción de los

compuestos como el ácido acético, alcohol butílico, el tricloroetanal. Un compuesto importante es adicionalmente el benzaldehído, que se emplea por lo general como un saborizante alimentario con sabor de almendras, así como en la producción de solvente industrial y en la síntesis de aditivos de plásticos (Figura 31).

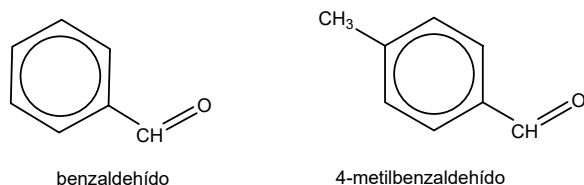


Figura 31. Aldehídos aromáticos Benzaldehído y el 4-metilbenzaldehído

En el caso de estructuras más complejas de los hidrocarburos con el grupo funcional aldehído, se siguen las reglas de la IUPAC para el nombramiento de la cadena hidrocarbonada, cambiando únicamente la terminación “ano” por aldehído, tal como se ha descrito anteriormente. Un caso es el que se observa en la Figura 32.

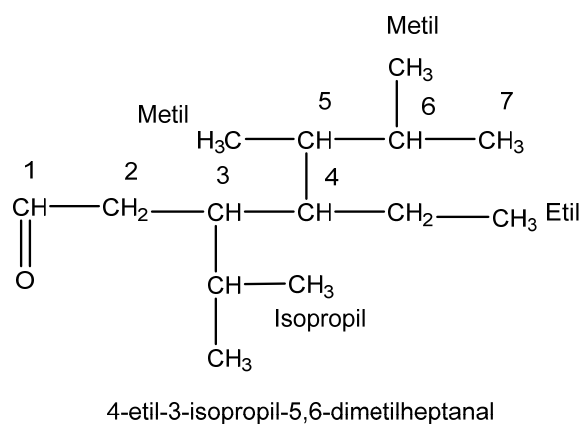


Figura 32. Nomenclatura del aldehído (4 etil-3-isopropil-5-6-dimetilheptanal)

3.5.3. Ejemplos de estructuras con el grupo funcional aldehído

Aun y cuando para los aldehídos en lo que la gente los asocia como compuestos empleados en la cosmetología, son compuestos muy ampliamente usados en la industria tales como el formaldehído, el furfural o la acroleína todo ellos compuestos usados en la fabricación de plásticos especiales que usa la industria (Figura 33).

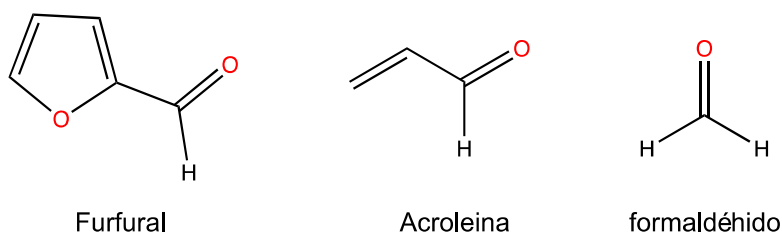


Figura 33. Ejemplos del grupo aldehído.

3.6. Compuestos del Grupo Carbonilo, Cetonas.

Estos compuestos se obtienen a partir de la oxidación de alcoholes secundarios, al igual que los aldehídos, poseen en su estructura al sistema carbono carbonilo (-C=O), La diferencia con los carbonilos es que en las cetonas dicho grupo no posee enlaces con hidrogeno, de modo que está unido a otros dos carbonos mediante enlaces sencillos. El grupo carbonilo se encuentra entre estos dos radicales que constituyen la cadena hidrocarbonada ya que, si se encuentra al inicio, sería un aldehído. En la (Tabla 7), se pueden apreciar algunas cetonas comerciales.

Compuesto	Estructura
Acetona o 2-propanona	CH_3COCH_3
Metiletilcetona o 2-butanona	$\text{CH}_3\text{COC}_2\text{CH}_5$
Metilpropilcetona o 2-pentanona	$\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
Dipropilcetona o 4-heptanona	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

Tabla 7. Nombres comerciales común de algunas cetonas.

Para la nomenclatura IUPAC, nombrar al grupo cetona, se mantiene el nombre del alcano que proviene, y la terminación “ano” cambia por la terminación “ona”. Tal y como se observa en la (Tabla 8).

Sustancia homóloga		Cetona	
Alcano	Estructura	Compuesto	Estructura
Propano	CH ₃ CH ₂ CH ₃	2-propanona	CH ₃ COCH ₃
Butano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	2-butanona	CH ₃ COCH ₂ CH ₃
Pentano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	2-pentanona	CH ₃ COC ₃ H ₇
hexano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	2-hexanona	CH ₃ (CH ₂) ₃ COCH ₃

Tabla 8. Nomenclatura común para nombrar al grupo aldehído de acuerdo a la IUPAC.

En el caso de las cetonas la IUPAC reconoce dos formas de nombrar a los compuestos. En la primera forma es considerado el grupo carbonilo como la unidad principal y los radicales unidos al sistema como radicales, la manera entonces como se nombrarían los compuestos sería nombrando los sustituyentes en orden alfabético seguidos de la palabra cetona por ejemplo la etil-metilcetona, la ciclohexil-metilcetona y la fenil-metilcetona (Figura 34).

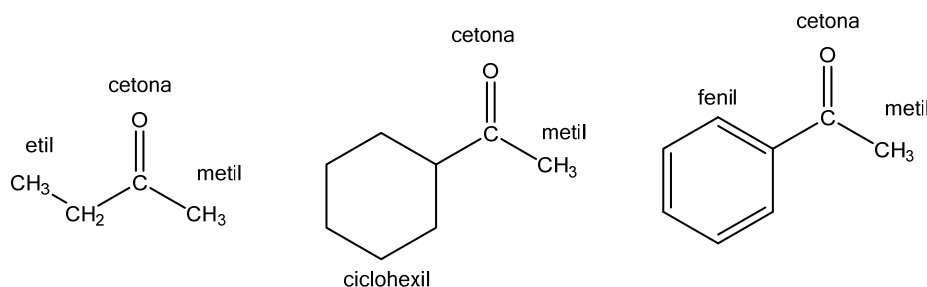


Figura 34. Ejemplos del grupo Cetona.

La otra nomenclatura consiste en utilizar las reglas para nombrar cadenas hidrocarbonadas complejas; en este caso una vez identificada la cadena principal, la terminación de “a” se cambia por “ona” y la posición del grupo carbonilo se indica por el número más pequeño posible, (Figura 35).

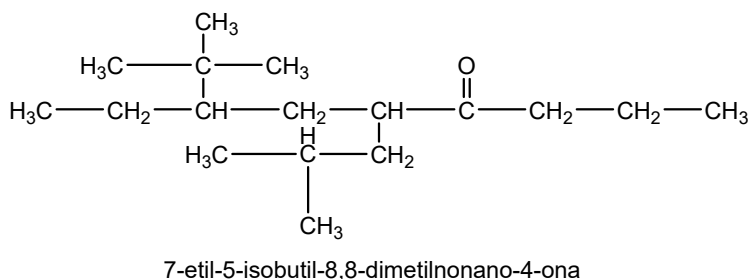


Figura 35. Nomenclatura para nombrar a las cetonas. 7-etil-5-isobutil-8,8-dimetilnonano-4-ona.

En el caso de las ramificaciones se siguen tal cuál las demás reglas (las cuales se describen por completo en la primera parte de este capítulo), tales como el 2-metil-3-Hexanona, la metil-ciclohexanona y butanona, (Figura 36).

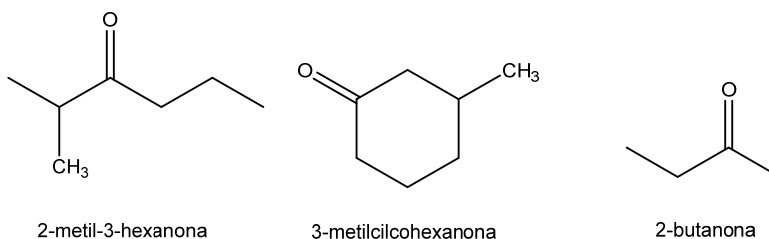


Figura 36. Ejemplos de cetonas, 2-metil-3-Hexanona, 3-metilciclohexanona y butanona.

3.6.1. Propiedades físicas del grupo funcional cetona.

Las propiedades físicas que muestran las cetonas dependen de su cadena de carbonos, si tienen de C_1 hasta C_{10} se presentan en estado líquidos, aquellas las que contienen más carbonos se encuentran en estado sólido, estas son incoloras y con olores que van de agradables, desagradables 'o sin olor, se evaporan rápidamente.

Por su polaridad, las cetonas que tienen en su cadena hasta 5 átomos de carbono, son muy solubles en agua y en compuestos orgánicos como el éter, cloroformo y alcohol, pero las que tienen alto peso molecular son poco o no solubles en agua. La densidad de estas (0.8 g/cm^3) es inferior a la del agua, pero aumenta conforme se incrementa su número de átomos de carbonos. De igual forma los puntos de ebullición y fusión se incrementan conforme aumentan el peso molecular, para ilustrar esto tenemos, a la 2-pentanona cuyo punto de ebullición y fusión son,

102°C y -78°C respectivamente y de la ciclohexanona son 157°C y -16°C (Figura 37).

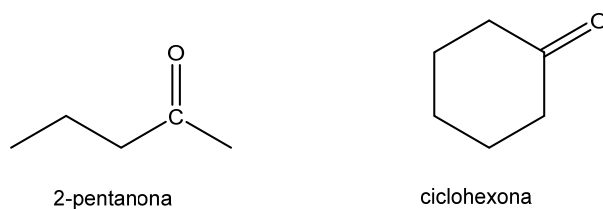


Figura 37. Puntos de fusión y ebullición de la 2- pentanona y la ciclohexanona, respectivamente.
(Pf=102°C, Pe -78°C y Pf=157°C, Pe= -16°C)

3.6.2. Usos y aplicaciones de las cetonas.

A nivel industrial y en lo cotidiano las cetonas se utilizan como disolvente de esmaltes (caso de la acetona: dimetilcetona), así como para obtener otros productos químicos derivados, como la etilmetilcetona que se usa como solvente de lacas, resinas o aceites. Otra aplicación es en la fabricación de seda artificial, celuloide, barnices y colorantes.

Usos alternativos que tienen las cetonas son: en la fabricación de plásticos, fibras, medicamentos, en la fabricación de quitaesmalte de uñas (gel y acrílico), en cuyo proceso emplean cantidades importantes de propanona.

También se utiliza como plastificante del nitrato de celulosa, como repelente de la polilla, como una sustancia antimicrobiana en aplicaciones dentales, como bálsamo y en la pirotecnia (Figura 38).

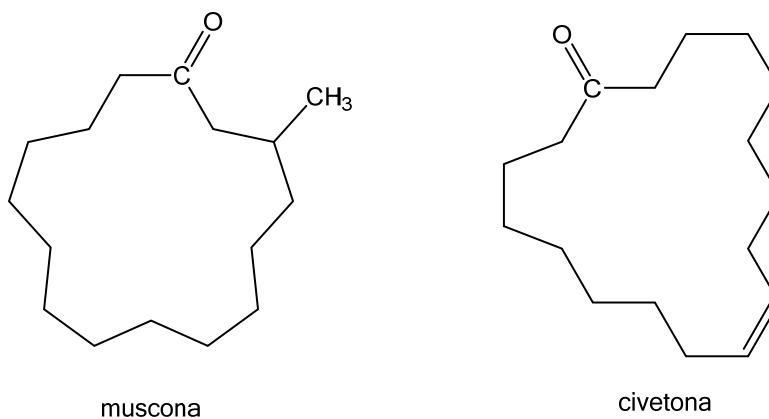


Figura 38. Cetonas, muscona y civetona se utilizan en la industria del perfume.

Su fórmula es $C_nH_{2n}O$, igual a la de los aldehídos, por lo que estos grupos son isómeros funcionales (misma fórmula molecular), pero diferente carácter químico. Para el caso del grupo de las cetonas aromáticas, estas reciben el nombre de fenonas, y presentan uno o dos anillos unidos al grupo carbonilo (Figura 39).

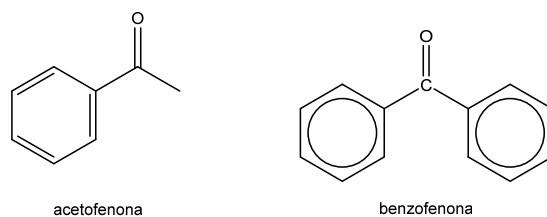


Figura 39. Cetonas aromáticas, Metal-fenil-cetona (acetofenona) y difenil-cetona (benzofenona)

3.6.3. Ejemplos de estructuras con el grupo funcional cetona.

Para este apartado en la Figura 40 podemos apreciar algunos de los compuestos que se usan para la formación de distintos productos como plásticos maleables o monómeros que serán usados para la fabricación de telas de uso industrial.

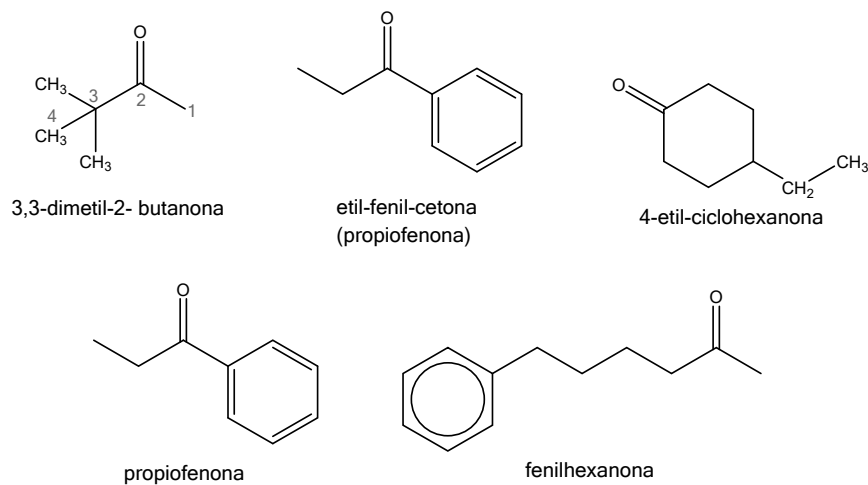


Figura 40. Ejemplos del grupo funcional cetona.

3.7. Ácido Carboxílico. Grupo carboxilo.

Este grupo funcional tiene como característica que se compone a su vez de dos grupos funcionales, el grupo carbonilo y el grupo OH, que coinciden sobre el mismo carbono. Desde la antigüedad se conocen muchos de los ácidos carboxílicos y por lo tanto presentan nombres comunes como los ácidos fórmico, acético, esteárico, láctico, oleico, etc. (Figura 41).

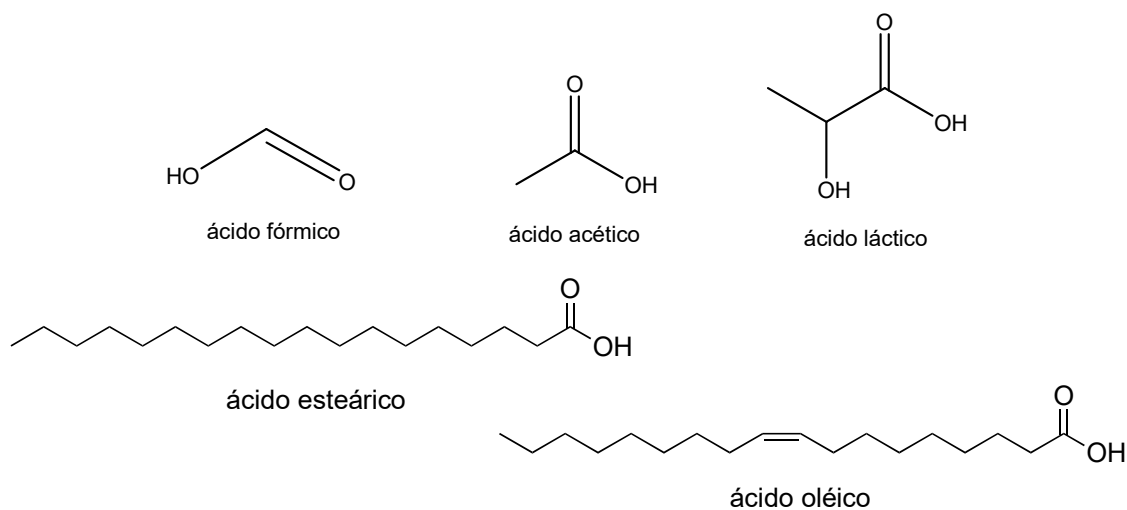


Figura 41. Estructura de ácidos comunes

En la Tabla 9 se puede apreciar otros ejemplos de ácidos carboxílicos que presentan nombres comunes.

Compuesto	Estructura
Ácido Propiónico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
Ácido Butírico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
Ácido Valérico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$
Ácido Caproico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$
Ácido Cinámico	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CHCOOH}$

Tabla 9. Nombres de otros ácidos carboxílicos comunes.

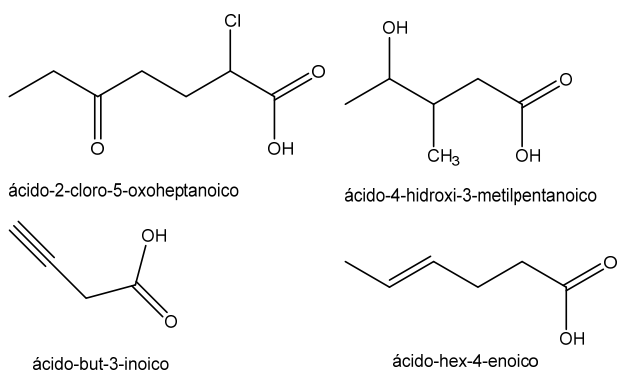
La nomenclatura que se usa y es la recomendada por la IUPAC, indica que los nombres de los compuestos se adquieren sustituyendo la terminación -o del

correspondiente grupo alcano, agregando el sufijo –oico precedido de la palabra ácido. En la tabla 10 se ejemplifican algunos de estos compuestos.

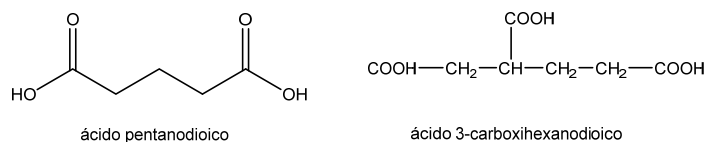
Alcano	Estructura	Compuesto	Estructura
Metano	CH ₄	Ácido metanoico	HCOOH
Etano	CH ₃ CH ₃	Ácido etanoico	CH ₃ COOH
Propano	CH ₃ CH ₂ CH ₃	Ácido propanoico	CH ₃ CH ₂ COOH
Butano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	Ácido butanoico	CH ₃ CH ₂ CH ₂ COOH
Pentano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	Ácido pentanoico	CH ₃ (CH ₂) ₃ COOH

Tabla10. Nomenclatura IUPAC, para nombrar al grupo ácido carboxílico

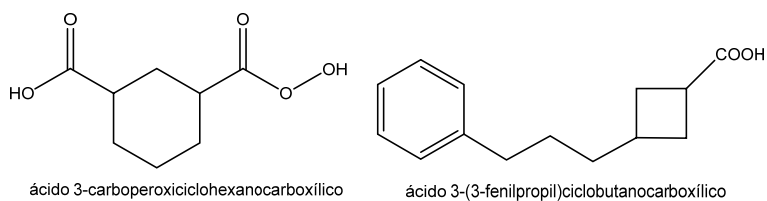
Como complemento de la nomenclatura anterior de los ácidos carboxílicos, a continuación, se presentan tres casos derivados de este grupo. (Figuras 42, a, b y c).



42a. Son prioritarios y su terminación es “oico”.



42b. Si hay dos ácidos, su terminación es “dioico”,



42c. Si está unido a un ciclo, su terminación será “carboxílico”.

3.7.1. Propiedades físicas del grupo funcional Ácido carboxílico.

El estado de agregación que presentan estos compuestos, es preferentemente en estado líquido para aquellos que tienen en su cadena de uno a nueve átomos de carbono, mientras que los que tienen de C₁₀ o más se presentan en estado sólido. No existen en estado gaseoso, son incoloros e irritantes.

Algunos de estos compuestos son más densos que el agua, como el caso del ácido fórmico (1.20 g/cm³) y otros menos densos que el agua como el ácido decanoico (0.901 g/cm³). Este grupo puede formar puentes de hidrogeno entre moléculas de la misma especie o incluso con el agua, por lo que los ácidos carboxílicos son muy solubles en este líquido (Figura 43).

Debido a un mayor grado de asociación de los enlaces de hidrógeno en estos compuestos, el punto de ebullición de los ácidos carboxílicos es mayor que el de los alcoholes de igual peso molecular. Para ilustrar esto tenemos; al ácido metanoico y el etanol, su peso molecular es de 46, en tanto que embullen a 101°C y 78°C respectivamente, en cambio el punto de fusión se incrementa o disminuye de forma irregular por ejemplo para el punto de fusión del ácido metanoico es de 8.4°C y el punto de fusión del ácido butanoico es de -5°C.

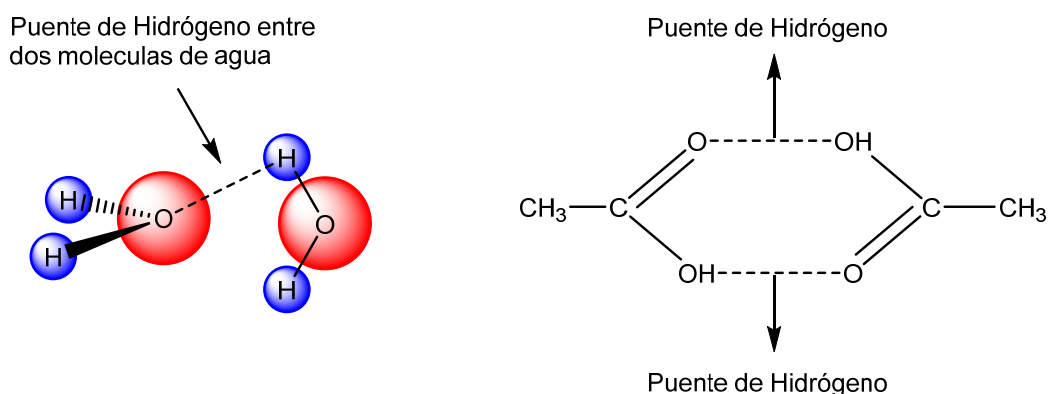


Figura 43. Puentes de Hidrógeno para grupos funcionales ácidos

3.7.2. Usos y aplicaciones de los Ácidos carboxílicos.

En la naturaleza abundan los ácidos carboxílicos y tienen incontables aplicaciones en la industria, una de ellas es por ejemplo la del ácido fórmico cuyo uso es como antiséptico en la industria del vino y como coagulante del látex en la industria del caucho natural. De igual forma el ácido acético uno de los compuestos más utilizados se utiliza como disolvente, en la fabricación de plásticos, gomas, medicamentos, así como control de larvas y huevecillos de las polillas de la cera. También sirve para producir el acetato de vinilo, el rayón y el celofán. En el caso del ácido ascórbico, se maneja como antioxidante en el ser humano y otros mamíferos, se consume para prevenir y curar el escorbuto. Se oxida fácilmente, por lo que se utiliza como un reductor en soluciones de revelado fotográfico y al mismo tiempo como conservador.

3.7.3. Ejemplos de estructuras del grupo funcional Ácido Carboxílico.

Como ejemplos de ácidos carboxílicos que se usan en la industria son el ácido acrílico usado en la polimerización para la formación de poliacrilatos, otro ejemplo es el ácido benzoico compuesto ampliamente usado en la industria del alimento como un compuesto que impide la proliferación de bacterias o microorganismos. Los dos compuestos antes mencionados se pueden observar en la Figura 44.

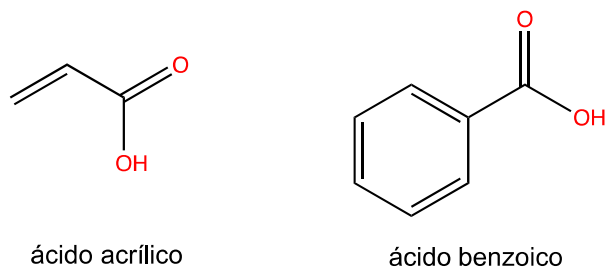


Figura 44. Estructuras del grupo funcional Ácido carboxílico

3.8. Éster. Grupo carboxilo.

Los ésteres son un grupo de compuestos orgánicos que proceden de condensar ácidos carboxílicos con alcoholes ($R\text{-COO-R}'$) en donde el carbono carbonílico (C=O) proviene de un ácido carboxílico y el grupo alcohoxi (-OR) proviene de un alcohol. Los ésteres actúan como una función intermedia, se recurre a dos formas para nombrarlos, la primera deriva del ácido carboxílico, en la cual se selecciona la cadena más larga, se ubica la posición de los radicales alquilo y de forma alfabética se da el nombre de acuerdo al alcano con la terminación -ato . La otra forma procede del alcohol, en la cual se selecciona la cadena que tiene al carbono unido al oxígeno del alcoxi, al cual se enumera con el valor más bajo, se nombran en orden alfabético, seguidas por el nombre de la cadena principal con la preposición “de” y la terminación “ilo”. Algunos ésteres aplicando estas formas de nombrarlos se ejemplifican en la Tabla 11, en donde se utiliza metanol es alcohol empleado para todos los ésteres formados.

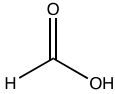
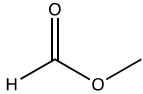
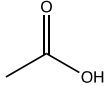
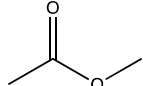
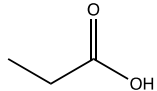
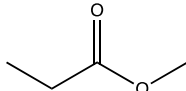
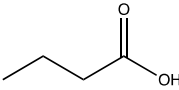
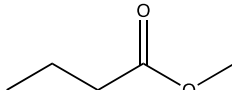
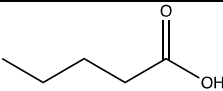
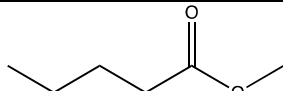
Ácido	Estructura	Compuesto	Éster
Metanoico		Metanoato de metilo	
Etanoico		Etanoato de metilo	
Propanoico		Propanoato de metilo	
Butanoico		Butanoato de metilo	
Pentanoico		Pentanoato de metilo	

Tabla 11. Ejemplos del grupo funcional Éster y el ácido del que proceden.

De acuerdo a la tabla anterior y la nomenclatura IUPAC, las reglas que aplica a los ésteres dependerán del lugar y del alcano con el cual se encuentre enlazado este compuesto orgánico, como se muestra a continuación.

1. Esta nomenclatura cambia la terminación -oico del ácido por -oato, finalizando con el nombre del alcano que está enlazado al oxígeno (Figura 45).

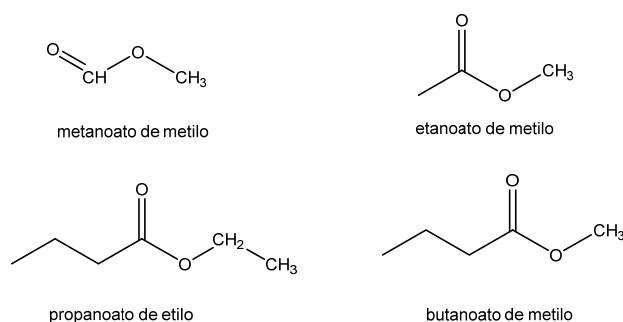


Figura 45. Ejemplos de ésteres con terminación “oato”.

2. Es un grupo funcional prioritario si existen aminas, alcoholes, aldehídos, nitrilos, amidas y haluros de alquilo (Figura 46).

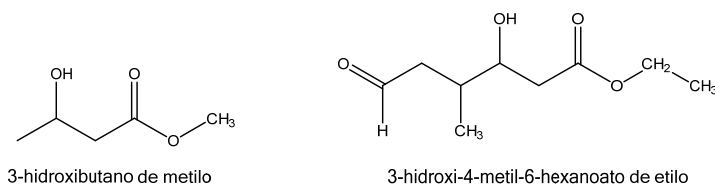


Figura 46. Ejemplos de la prioridad del grupo éster sobre otros grupos funcionales.

3. Si en el grupo éster existen, ácidos carboxílicos y anhídridos estos tienen prioridad, nombrándose como sustituyentes “alcoxicarbonil” (Figura 47).

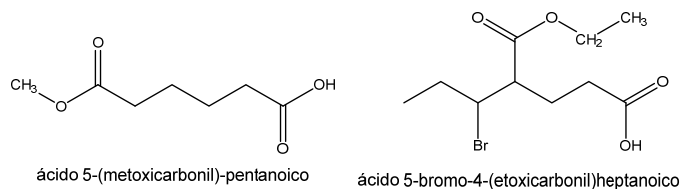


Figura 47. Ejemplos del grupo éster con ácidos carboxílicos y anhídridos.

4. Cuando van unidos a un ciclo, se designa el ciclo como enlace principal y se emplea la terminación -carboxilato de alquilo para nombrarlo (Figura. 48).

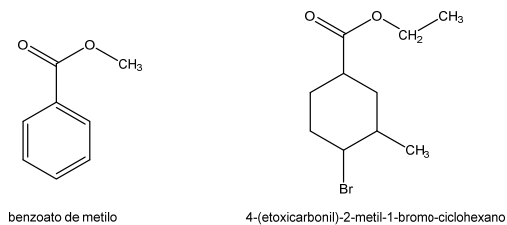


Figura 48. Ejemplos de ésteres unidos a un ciclo.

3.8.1. Propiedades físicas del grupo funcional éster.

Las propiedades físicas que muestra el grupo éster, en particular los de bajo peso molar es que presentan en estado líquido y de olor agradable como el éster más sencillo el metanoato de metilo, los ésteres superiores se presentan en estado sólido y cristalino. Los que tienen o cuentan con menos de cuatro carbonos son solubles en agua y en etanol, se vuelven menos solubles conforme aumenta su masa molecular y el carácter no polar del compuesto.

La densidad de los ésteres es ligeramente menor a la del agua, por ende la densidad del etanoato de etilo es de (0.9 g/cm³).

El punto de ebullición de los ésteres es menor a la de los ácidos carboxílicos y alcoholes. Son más parecidos a los de las cetonas, debido a la similitud estructural que presentan y a que existen fuerzas de atracción intermoleculares tipo dipolo-dipolo, en cambio el punto de fusión es mayor a la de los alcoholes y menor a la de los ácidos carboxílicos. Para ilustrar los puntos de ebullición (Pe) y fusión (Pf) de los compuestos etanol, etanoato de etilo y al ácido acético, se muestran en la (Figura 49).

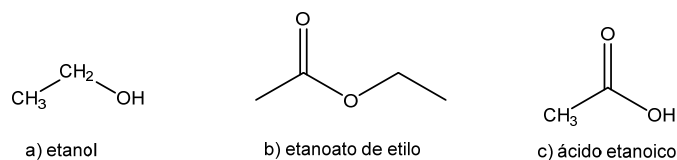


Figura 49. a) etanol (Pe=78°C, Pf=-114°C) b) Etanoato de etilo (Pe=77°C, Pf=-84°C) y c) ácido etanoico (Pe=118°C, Pf= 17°C)

3.8.2. Usos y aplicaciones de los ésteres.

El empleo de los ésteres en lo industrial y en lo cotidiano se debe a sus propiedades aromáticas para la fabricación de esencias y perfumes, como saborizantes de confiterías y algunos alimentos. Como el caso del acetato de etilo el cual se utiliza como esencia artificial de frutas en dulces y bebidas. Otros ejemplos aromatizantes son, el formiato de etilo (ron), acetato de isobutilo (plátano), butirato de metilo (manzana), butirato de etilo (piña), y butirato de isopentilo (pera).

Los ésteres que tienen bajo peso molecular, se utilizan como disolventes, como el caso del butanoato de etilo el cual se utiliza como disolvente de barnices y lacas, así como en la manufactura de piel y seda artificial, en placas fotográficas, perfumes y limpiadores de telas.

En la fabricación de medicamentos se utilizan algunos ésteres como la benzocaína y el ácido acetilsalicílico, componente principal de la llamada aspirina utilizado para disminuir algunos malestares (Figura 50).

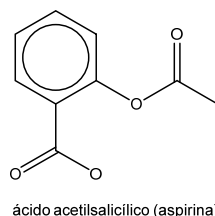


Figura 50. Estructura del Ácido acetilsalicílico.

3.8.3. Ejemplos de estructuras con el grupo funcional éster.

Los compuestos que se aprecian en la Figura 51, son compuestos usados en la industria para su uso comercial de cómo anicepticos, fibras semisínteticas o colorantes.

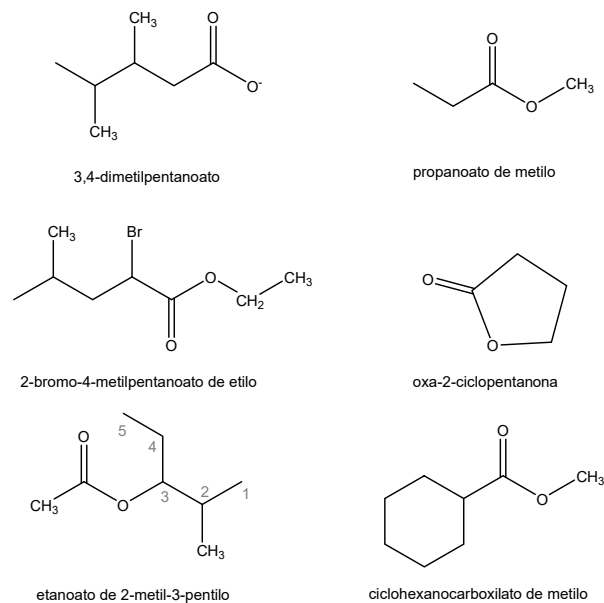


Figura 51. Ejemplos de estructuras del grupo éster.

3.9. Amina. Grupo Nitrogenado.

El grupo de las aminas es considerado derivado del amoniac, estos se producen cuando se sustituyen uno o varios átomos de hidrógeno de la molécula del amoniac ya sea por radicales alifáticos o radicales aromáticos, los nombres de las aminas se escriben anteponiendo el nombre del radical seguido por el termino amina, ejemplo la etilamina. Si tiene dos o más radicales iguales se escribe el prefijo numeral (mono, di, tri o tetra) y el nombre del radical. Para el caso de radicales distintos, primero se escribe en orden alfabético de acuerdo a los radicales que lo constituyen, tal como se muestran en la (Tabla 12).

Alcano	Estructura	Compuesto	Estructura
Metano	CH ₄	Metilamina	CH ₃ NH ₂
Etano	CH ₃ CH ₃	Etilamina	CH ₃ CH ₂ NH ₂
Propano	CH ₃ CH ₂ CH ₃	Propilamina	CH ₃ CH ₂ CH ₂ NH ₂
Butano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	Butilamina	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ NH ₂
Pentano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	Pentilamina	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ NH ₂

Tabla12. Nomenclatura IUPAC, para nombrar al Grupo funcional Amina

Además, de acuerdo a cuantos radicales se encuentren unidos al nitrógeno por algún radical, las aminas se clasifican como aminas primarias, secundarias, y terciarias (Figura 52). En el caso de las aminas cuaternarias regularmente son iones y se clasifican como sales de amonio (Figura 52).

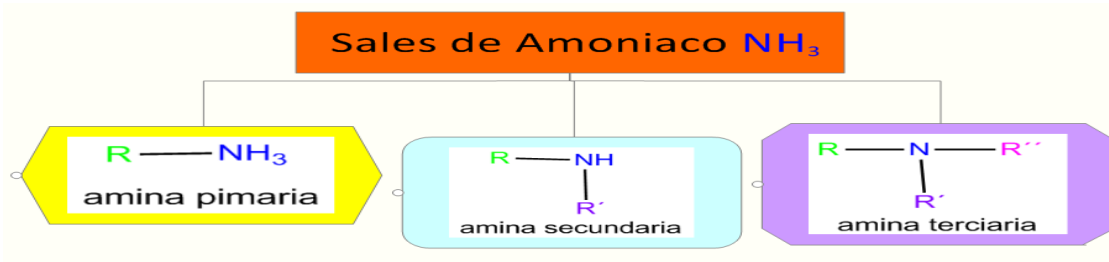


Figura 52. Aminas primaria, secundaria y terciaria.

La segunda clasificación para este grupo se refiere a que si los radicales que sustituye al hidrógeno son iguales se les denomina aminas simples o simétricas y si los radicales que sustituyen a los hidrógenos son diferentes son llamadas aminas mixtas asimétricas.

Dependiendo del tipo de amina, primaria, secundaria, terciaria, simple o mixta, para nombrarlas se siguen las reglas siguientes según la nomenclatura IUPAC.

1) Aminas primarias

Ocurre cuando solo un sustituyente o grupo alquilo (R) está unido al nitrógeno. Un ejemplo es la Figura 53.

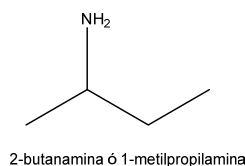


Figura 53. Amina primaria (2-butanamina o 1-metilpropilamina).

2) Aminas secundarias y terciarias (simétricas)

Se producen cuando se tienen dos grupos sustituyentes hidrocarbonados o grupos alquilo unidos al nitrógeno. Se nombran anteponiendo el prefijo di o tri y el sufijo – amina (Figura 54).

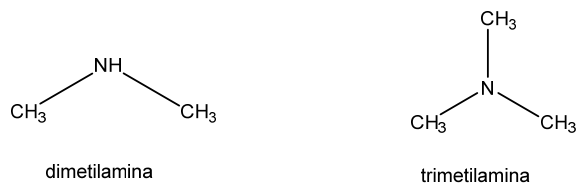


Figura 54. Aminas secundarias y terciarias simétricas, (dimetilamina y trimetilamina).

3) Aminas secundarias y terciarias (asimétricas) poseen tres grupos carbonados o alquilo unidos al nitrógeno. Se nombran tomando en cuenta la cadena principal más compleja y para indicar los radicales se utiliza una N en cursiva. Se utilizará el prefijo amino-, cuando la función amina no sea la función principal (Figura 55).



Figura 55. Aminas secundarias y terciarias no simétricas. (*N,N*-dimetilpropan-1-amina y el ácido 3-aminobutanoico).

Si la amina está unida directamente con un anillo bencénico se le llama “anilina”. De igual forma las aminas derivadas de estos radicales aromáticos, también muestran aminas primaria, secundaria, terciaria, simple o mixta, como se muestra en la Figura 56.

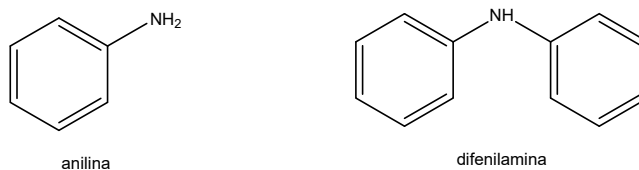


Figura 56. Ejemplos de aminas con anillo bencénico.

3.9.1. Propiedades físicas del grupo funcional amina.

Las propiedades físicas que presentan las aminas son diversas. Son compuestos incoloros, se manifiesta en estado gaseoso la que contienen un carbono ejemplo la metilamina (CH_3NH_2), hasta 11 carbonos se presentan en estado líquido y las de mayor peso molecular en estado sólido.

La solubilidad en el agua depende de la cantidad de átomos de carbono que contengan, hasta 6 carbonos son solubles. Esta solubilidad disminuye conforme aumenta esta cantidad de carbono al igual las que contienen un radical aromático.

Las aminas son menos densas que el agua, siendo la amina más sencilla de este grupo la metilamina es un gas a temperatura ambiente y su densidad es de 0.699 g/cm^3 .

Los puntos de fusión y ebullición son más bajos que la de los alcoholes. Las aminas primarias tienen mayores puntos de ebullición que las secundarias y estas a su vez mayores que las aminas terciarias. El punto de ebullición aumenta conforme aumenta la masa molecular y disminuye conforme aumenta el número de ramificaciones (Figura 57).

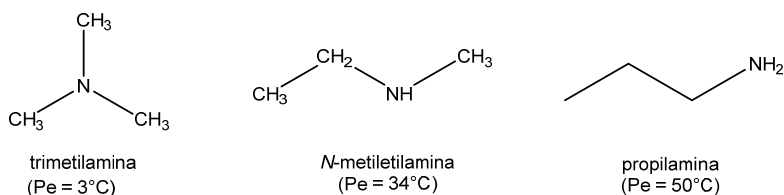


Figura 57. Ejemplos de puntos de ebullición de tres aminas.

3.9.2. Usos y aplicaciones de aminas.

Comúnmente las aminas se utilizan en la industria de los colorantes, como en el caso del azul y negro de anilina. De igual forma se utiliza en la preparación de fármacos tales como: las anfetaminas o dexedrina (ambos compuestos son aminas secundarias aromáticas). En el caso de la dexina, ésta actúa como

descongestionante nasal y para adelgazar. El abuso de este fármaco puede presentar dependencia psicológica y depresión (Figura 58).

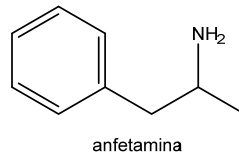


Figura 58. Estructura de la anfetamina

La benzocaína, que se aplica como anestésico, causa pérdida de sensación en el área que se aplica (Figura 59).

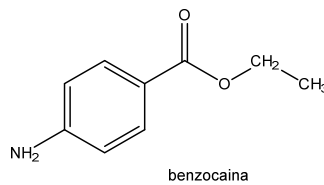


Figura 59. Estructura de la benzocaína.

Adrenalina o enilalquilamina, es liberada por la glándula suprarrenal en momentos de tensión, miedo o excitación (Figura 60).

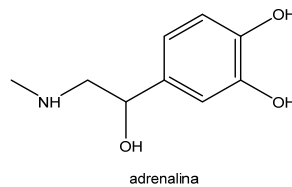


Figura 60. Estructura de la adrenalina.

Otras aminas se utilizan como alcaloides, tales como la nicotina, la mezcalina, y la morfina. El consumo de estas genera efectos sobre el sistema nervioso central. (Figura 61).

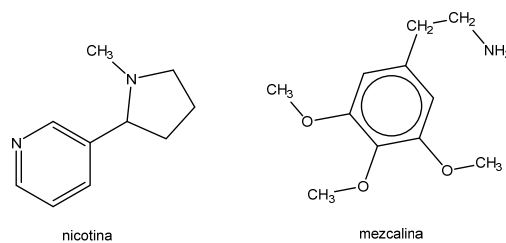


Figura 61. Estructuras moleculares de la nicotina y la mezcalina.

3.9.3. Ejemplos de estructuras con el grupo funcional amina.

En este tipo de compuestos para la ingeniería minera son extremadamente importantes debido a que se pueden usar como compuestos anticorrosivos o compuestos usados para la flotación de minerales, que se pueden observar en la Figura 62.

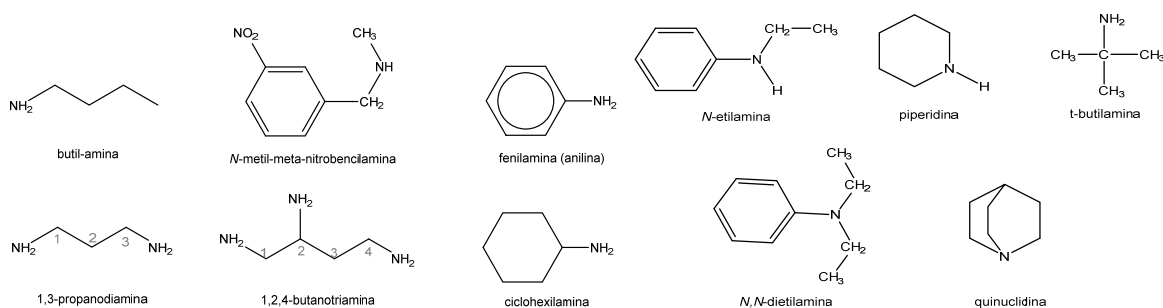


Figura 62. Ejemplos del grupo amina.

3.10. Grupo Amida.

Las amidas al igual que los ácidos, son compuestos que presentan dos grupos funcionales sobre el mismo carbono (RCONH). De acuerdo a esto una amina unida a un grupo acilo se convierte en amida. Se consideran derivadas de los ácidos carboxílicos alifáticos o aromáticos por la sustitución del grupo $-OH$ del ácido por un grupo amino NH_2 o NHR . Se caracterizan principalmente por tener un átomo de nitrógeno con tres enlaces unido al grupo carbonilo. Por lo tanto se nombran como derivados de ácidos carboxílicos sustituyendo la terminación “-oico” por la terminación “amida” (Tabla 13).

Acido	Estructura	Compuesto	Estructura
Etanoico		Etanamida	
Propanoico		Propanamida	

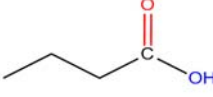
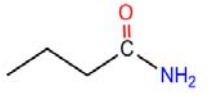
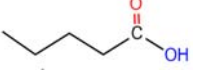
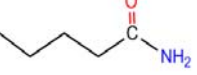
Butanoico		Butanamida	
Pentanoico		Pentanamida	

Tabla 13. Grupo amida derivado de los ácidos carboxílicos.

De acuerdo a la IUPAC, las amidas se catalogan de acuerdo a las cadenas de carbono unidas al nitrógeno en: amidas primarias si tienen una cadena de carbono, amidas secundarias si tiene dos cadenas de carbono y terciarias en caso de tener tres cadenas. Por lo tanto esto dependerá del número de sustituyentes unidos al átomo de nitrógeno, tal como se muestra en la Figura 63.

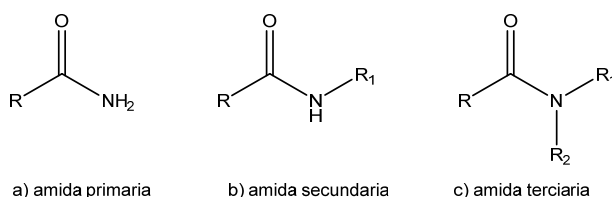


Figura 63. Estructura de las amidas: a) primaria, b) secundaria y c) terciaria.

Las amidas se nombran de acuerdo a la siguiente nomenclatura IUPAC: iniciando con las amidas primarias las cuales sustituyen la terminación “ico u oico” del ácido que se originan por el sufijo -amida. Para el caso de las amidas secundarias y las amidas terciarias, se nombrará el radical como sustituyente en el nitrógeno con una N en cursiva y las cuales se representan en la Figura 64.

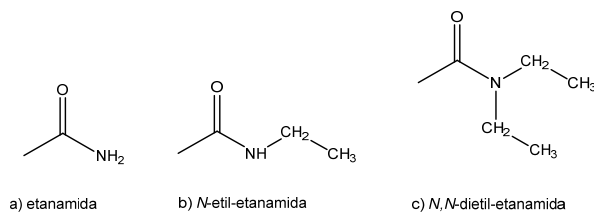


Figura 64. Nomenclatura de las amidas; a) primaria, b) secundaria y c) terciaria.

El complemento de la nomenclatura que utiliza la IUPAC, para las amidas son las siguientes.

1) Se nombran como derivadas de los ácidos carboxílicos, por lo tanto se sustituye la terminación –oico del ácido por el prefijo “–amida” (Figura 65).

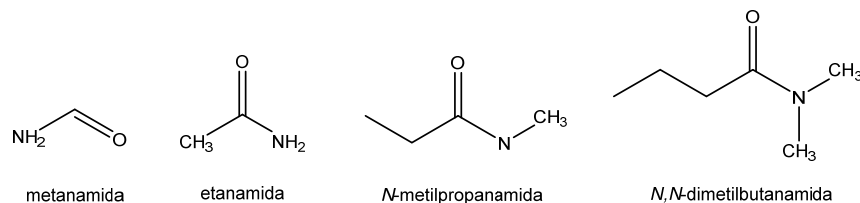


Figura 65. Se sustituye la terminación –oico por el sufijo -amida

2) El grupo amida es prioritario frente a: aminas, alcoholes, cetonas, aldehídos y nitrilos (Figura 66).

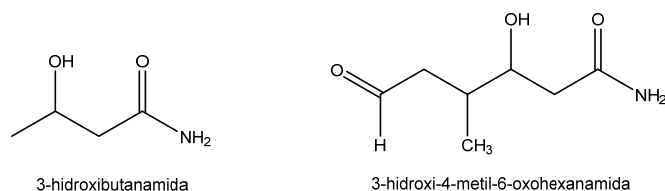


Figura 66. El grupo amida es prioritario frente a otros grupos funcionales.

3. Si el grupo amida actúa como sustituyente, cuando existen en la molécula grupos prioritarios, entonces procede el nombre de la cadena principal y se nombran como –carbamoil (Figura 67).

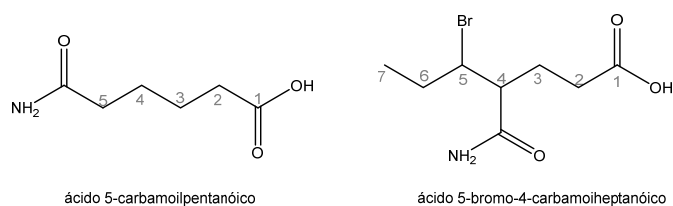


Figura 67. Grupo amida con terminación –carbamoil.

4. Si el grupo amida va unido a un anillo hidrocarbonado, se nombra el ciclo como cadena principal y se utiliza la terminación – carboxamida (Figura 68).

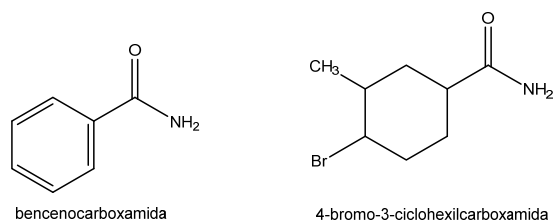


Figura 68. Grupo amida unido a un ciclo.

3.10.1. Propiedades físicas del grupo funcional amida.

Este grupo funcional es muy polar, por lo que se tiene solo una amida en estado líquido, como es el caso de la metanamida o formamida. Los demás casos se presentan en estado sólido, en el mayor de los casos son incoloras e inodoras, estas son solubles en los disolventes orgánicos, como los alcoholes, los éteres, alcanos halogenados e hidrocarburos aromáticos. Las más sencillas o ligeras que tienen menos de 6 carbonos, son solubles en agua debido a su alta polaridad y a su capacidad para formar puentes de hidrógeno.

Las densidades de estas amidas son mayores que la del agua, la densidad aumenta de acuerdo al peso molecular de cada una, por ejemplo la densidad de la amida más sencilla, la metanamida es de 1.134 g/ml.

Los puntos de ebullición y fusión de las amidas, son más altos que la de los ácidos correspondientes debido a la asociación intermolecular que existe a través de los enlaces de hidrógeno, entre el oxígeno que es negativo y los enlaces nitrógeno e hidrógeno. Las aminas primarias tienen mayor punto de fusión que las aminas secundarias y que las aminas terciarias. Por ejemplo, la acetamida (amida primaria) su punto de fusión es de 222°C y la *N,N*-dimetilacetamida (amida terciaria) su punto de fusión es de -20°C (Figura 69).

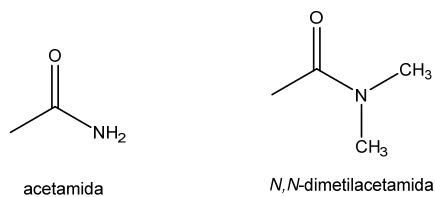


Figura 69. Puntos de fusión de, la Acetamida (222°C) y la *N,N*-dimetilacetamida (-20°C).

3.10.2. Usos y aplicaciones de las amidas.

Los usos y aplicaciones de algunos tipos de amidas son por ejemplo tenemos, la Cafeína, amida cíclica y alcaloide de purina, que es un estimulante del sistema nervioso central, y la más consumida en el mundo. De igual forma se tiene la llamada Penicilina G, su molécula tiene dos enlaces amida; el anillo de cuatro miembros es la parte activa de la molécula y es conocido como beta-lactamico. El Nailon, polímero sintético que pertenece al grupo de las poliamidas más conocido como (nailon 6,6). Otra amida es la Urea, que es un polvo blanco, el cual se utiliza en la fertilización que provee de nitrógeno a las plantas, en la industria para la elaboración de plásticos, tintas, adhesivos, disolventes de resinas, así como de acabados de productos textiles, papel, metales y tabaco.

En la Figura 70 se presentan estructuras de algunas amidas mencionadas anteriormente.

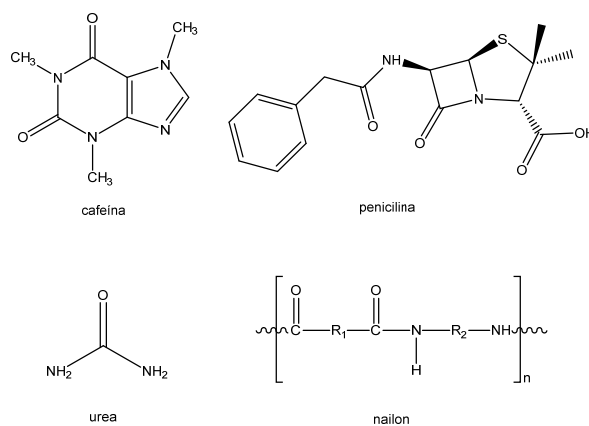


Figura 70. Estructuras de las amidas; cafeína, penicilina, nailon y la urea.

3.10.3. Ejemplos de estructuras con el grupo funcional amida.

En la Figura 71 se pueden observar compuestos comunes usados en la industria para la fabricación de textiles, compuestos con actividad farmacológica o la obtención de plásticos.

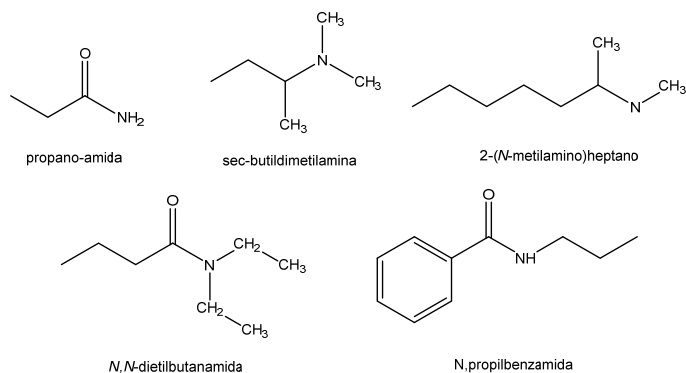


Figura 71. Ejemplos de estructuras del grupo amida.

3.11. Halogenuros de alquilo o haluros.

Son compuestos o cadenas hidrocarbonadas que se forman mediante la unión de uno o más elementos de los llamados halógenos (Cl, Br, I, F), los cuales ocupan, en la cadena principal, el lugar de un hidrógeno. La nomenclatura para estos compuestos y de acuerdo a lo que indica la IUPAC es la siguiente: primero se identifica el halógeno, para el caso del flúor, se le nombra “fluoro” y a los otros de acuerdo a su nombre, cloro, bromo, yodo, seguido del nombre del alcano. Ejemplo, cloroetano ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Cl}$). Cuando se contengan dos o más halogenuros del mismo, se utilizan los sufijos, di, tri, tetra, etc. Ejemplo el tetracloruro de carbono (CCl_4). Otras estructuras representativas se muestran en la Figura 72.

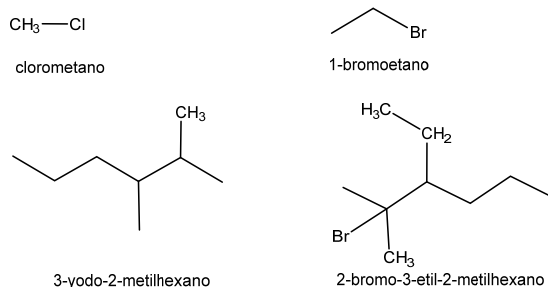


Figura 72. Halogenuros de alquilo según la nomenclatura IUPAC.

Estos compuestos químicos orgánicos se clasifican en tres grupos de acuerdo al carbono en el cual este unido el halógeno.

Los primarios, si el carbono al cual está unido al haluro, se encuentra unido a otro carbono. Ejemplo, el cloroetano (Figura 73).

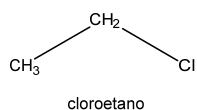


Figura 73. Formula del Cloroetano.

Los secundarios, si el carbono al cual está unido al haluro, se encuentra unido a dos carbonos. El caso del fluorobutano (Figura 74).

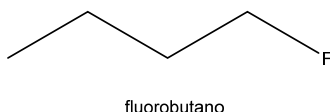


Figura 74. Formula del Fluorobutano.

Terciarios, si el carbono al cual está unido al haluro, se encuentra unido a tres carbonos. Tenemos como ejemplo cloro-terbutilo (Figura 75).

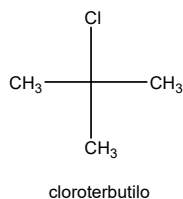


Figura 75. Formula del Cloro-terbutilo.

Un caso especial del grupo de los haluros son los clasificados con el nombre de Aros, son compuestos aromáticos halogenados, en los cuales el halógeno sustituye a un hidrógeno, se representan en forma de anillos bencénicos, los cuales presentan una ramificación de un halógeno. Este caso presenta monohalogenados y polihalogenados los cuales se ejemplifican a continuación en la Figura 76.

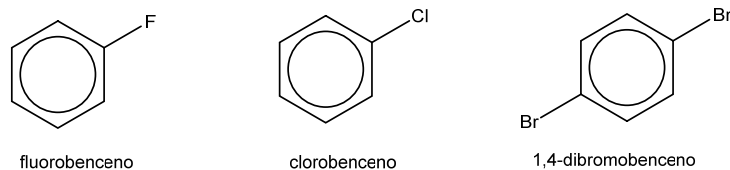


Figura 76. Grupo arilo (monohalogenados y polihalogenados).

3.11.1. Propiedades físicas del grupo funcional halogenuros de alquilo o haluros.

Son solubles en disolventes no polares o de baja polaridad; la presencia de un halógeno en el compuesto hace que afecte su peso molecular y con esto a la densidad. Por lo tanto los compuestos que contengan flúor y/o cloro tendrán menor densidad que el agua y los compuestos que tengan yodo y/o bromo su densidad será mayor que el agua. De igual forma los puntos de ebullición aumentan al incrementarse la masa atómica del haluro. En forma esquemática tendríamos que los alcanos tienen menor punto de ebullición que los halógenos en el siguiente orden (Figura 77).

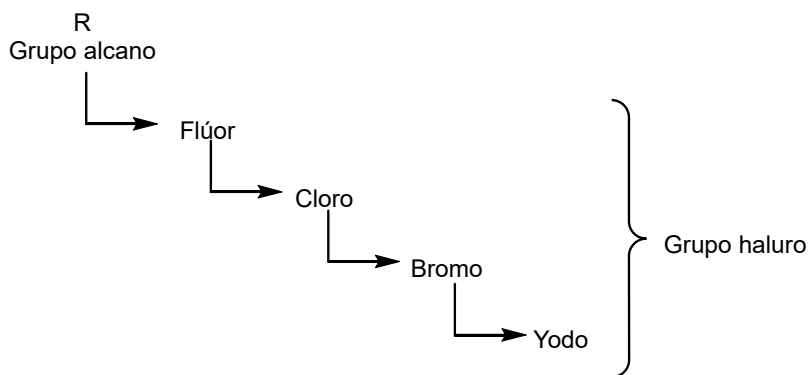


Figura 77. Relación del punto de ebullición, de menor a mayor entre los grupos alcano y haluro.

De acuerdo a la cantidad de átomos de haluros que contenga la molécula podemos distinguir tres clases:

- 1) Los monohalogenados, tienen un solo átomo de halógeno, son líquidos, incoloros, solubles en agua y en disolventes orgánicos, se alteran por la acción de la luz.
- 2) Los dihalogenados, presentan dos átomos de halógeno, son líquidos incoloros de olor dulce. Entre los más importantes está el 1,2-dibromo etano o EDB que se adicionaba junto con el plomo (también en desuso) en la gasolina, para aumentar sus propiedades antidetonantes. Otro dihalogenado que se usa ampliamente en la industria es el cloruro de metileno, es un líquido, insoluble en agua, incoloro, de aroma dulce.

3) Los trihalogenados o polihaluros, presentan más de dos átomos de halógeno, son líquidos, son incoloros, de olor dulce, ejemplo el cloroformo, es muy denso, soluble en etanol, y éter, poco soluble en agua y el tetracloruro de carbono que es un líquido, incoloro, olor débil, es insoluble en agua y soluble en etanol y éter. Esta clasificación se ejemplifica en las siguientes estructuras en las cuales muestran uno, dos y cuatro átomos unidos con los carbonos (Figura 78).

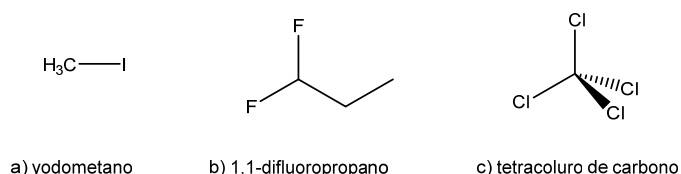


Figura. 78. Monohalogenado(a) yodometano), dihalogenados (b) difluoropropano) y polihaluros (c) tetracloruro).

3.11.2. Usos y aplicaciones de los halogenuros de alquilo o haluros.

La asociación carbono-halógeno de un halogenuro de alquilo, le otorga especiales rasgos para utilizarlos y aplicarlos en la síntesis de muchos compuestos como los organometalicos (enlaces carbono-metal) que son moléculas más complejas. En la industria y en el hogar se utilizan como disolventes (diclorometano (CH_2Cl_2)) y anestésicos (cloroformo y Halotano), otros se utilizan como desengrasantes y disolventes de pintura (1,1,1-tricloroetano), así como pesticidas o en la fumigación de suelos y el control de plagas (diclorodifeniltricloroetano y bromuro de metilo) y como agentes espumantes. Es importante mencionar que el diclorometano que se usa en las industrias está empezando a estar en desuso ya que para el 2020 estará prohibido emplearlo como disolvente.

En general todos los halogenuros son compuestos tóxicos, debido a que dañan el medio ambiente y cancerígenos, pero son muy importantes en nuestras actividades cotidianas.

3.11.3. Ejemplos de estructuras del grupo funcional Halogenuros de alquilo o haluros.

En la Figura 79 se pueden observar algunos compuestos comunes usados en la industria, tal como el tetrafluoroetileno o perfluoroetileno que era un disolvente ampliamente usado en la industria para la fabricación de aceites y lubricantes, el cloruro de vinilo que es el monómero precursor del PVC, que es uno de los plásticos más comunes usado en cualquier área; o el cloroformo que también es usado en la industria como disolvente.



Figura 79. Ejemplos de estructuras del grupo halogenuro.

3.12. Grupo del azufre, tioles, tioéter, sulfóxidos y sulfonas.

Una parte importante también dentro de los grupos funcionales son los compuestos con azufre tales como los: los tioles, los tioéteres, los sulfóxidos y las sulfonas. En el caso de los sulfóxidos y las sulfonas son compuestos que se obtienen por el proceso de oxidación de los tioéteres.

En el caso de que el azufre está ligado a un átomo de carbono y a uno de hidrogeno recibe el nombre de tiol (mercaptano, $-S$), y cuando el átomo de azufre está unido a dos átomos de carbono alquílicos o arílicos se le llama tioéter ($R-S-R'$), en una cadena o sistema anular puede haber uno o más grupos $-SH$ enlazados (Figura 80).



Figura 80. Estructuras del a) tiol y b) tioéter (sulfuro)

Los tioles son análogos a los alcoholes, forman compuestos complejos muy estables con metales pesados como el arsénico o el mercurio, son más nucleofílicos, más ácidos, y se oxidan con mayor facilidad (Figura 81).

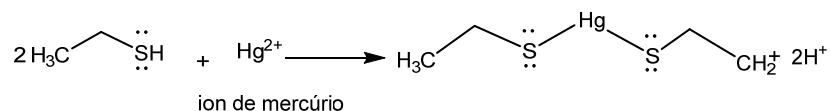


Figura 81. Estructura de tior con mercurio.

En su nomenclatura particular el término “tio” indica la sustitución de un átomo de oxígeno por uno de azufre en otras palabras, un grupo –SR toma el lugar del grupo –OR

En forma común el grupo tior, para compuestos simples, se nombra primero el grupo alquilo seguido de la palabra mercapto como lo indica la Figura 82 y para la nomenclatura IUPAC se nombran adicionando los sufijos “tior, ditor”, etc. al alcano base.

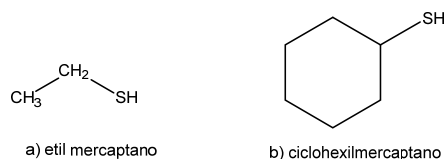


Figura 82. Tior. Nomenclatura común, a) etil mercapto y b) ciclohexilmercapto, (forma IUPAC, 1,2-etanoditor y ciclohexanotior).

Para el caso de los tioéteres, de forma común se nombran con la palabra sulfuro y después los nombres de los grupos alquilo. En la forma IUPAC, se nombran anteponiendo el sufijo “tío” al nombre del alcano base (Figura 83).

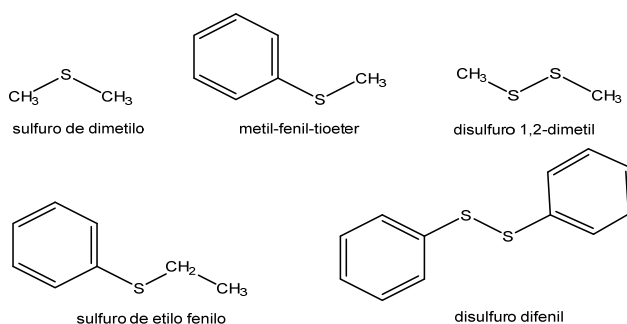


Figura 83. Tioéteres. Forma común. Sulfuro de dimetil y sulfuro de metilo fenilo, (forma IUPAC.2-tiopentano y 1-feniltiopropano).

Por lo que respecta a los derivados de los tioles que se generan al oxidarse estos, los sulfuros se oxidan en el azufre para formar sulfóxidos, Si se tiene un agente oxidante en exceso y es suficientemente fuerte, la oxidación se prolonga para crear sulfonas.

En los sulfóxidos, el grupo que lo caracteriza por lo general también se le puede conocer como grupo sulfinilo, y consiste en la unidad S-O unida por un doble enlace, unido al carbono para completar su tetravalencia se pueden unir dos radicales alquilo o arilo (R y R'), siendo su fórmula estructural representativa la que se muestra en la Figura 84.

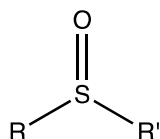


Figura 84. Fórmula estructural de los Sulfóxidos. (R y R', son grupos alquilo o arilo).

Como se mencionó anteriormente en caso de que el agente oxidante se encuentra en exceso, la reacción no se detiene en el sulfóxido, hasta formar lo que se conoce como sulfonas, que es un compuesto que tiene enlazado en su estructura el radical sulfonylo, un azufre unido a dos oxígenos cada uno con un doble enlace, el radical, también unido a dos grupos alquilo o arilo (R y R'), su estructura o fórmula representativa es la mostrada en la Figura 85.

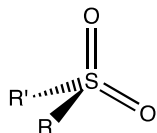


Figura 85. Fórmula o estructural de las sulfonas.

3.12.1. *Propiedades físicas del grupo funcional azufrado.*

La mayoría de los tioles se encuentran en estado líquido, algunos de ellos como el metanotiol ($\text{CH}_3\text{-SH}$), se encuentra en estado gaseoso (Figura 86), su color es amarillo claro, punto de ebullición alrededor de 41°C , olor muy fuerte, su densidad es menor a la del agua, Este grupo tiol se distingue porque son de bajo peso molecular, tienen “mal olor”, son medianamente solubles o insolubles en agua ya que no forman puentes de hidrógeno, son solubles en alcohol y éter, en cuanto a su punto de ebullición son más bajos que sus correspondientes su grupo funcional análogo (alcohol y éter) debido a su baja polaridad.

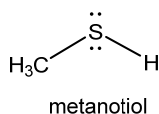
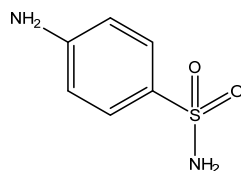


Figura 86. Estructura del metanotiol ($\text{CH}_3\text{-SH}$).

3.12.2. *Usos y aplicaciones del Grupo azufrado.*

Los compuestos orgánicos que son derivados del azufre se utilizan comúnmente en la industria de los colorantes, por tener un olor muy peculiar y desagradable se mezcla con sustancias muy reactivas, un ejemplo es el metil mercaptano el cual se añade al gas natural o gas licuado con la finalidad de prevenir accidentes, en el área de los fármacos se utilizan para producir las sulfonamidas, las cuales se utilizan como drogas para diversos tratamientos infecciosos (Figura 87).

Otras aplicaciones, en la industria los tioles se usan principalmente para: la producción de madera, como diluyente para asfalto, como agente blanqueador, detergente y colorante, así como insecticidas y fungicidas.



4-aminobenzenosulfonamida

Figura 87. Ejemplo de una sulfonamida. 4-aminobenzenosulfonamida.

3.12.3. Ejemplos de estructuras con el grupo funcional tior, sulfuros o tioéteres, sulfonas y sulfóxido.

En este apartado presentamos diversas figuras (Figuras 88, 89, 90, 91) en donde se pueden apreciar compuestos comerciales usados en la industria y que son estructuras que contienen ya sea tio-éteres, sulfonas o sulfóxidos.

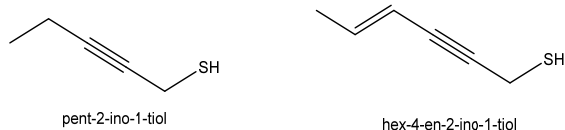


Figura 88. Ejemplos de estructuras de tioles.

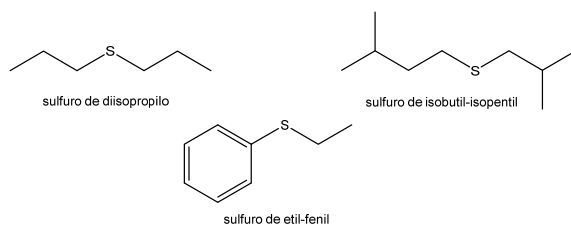


Figura 89. Ejemplos de estructuras de Sulfuros o tioéteres

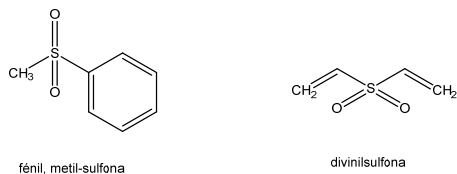


Figura 90. Ejemplos de estructuras de sulfonas.

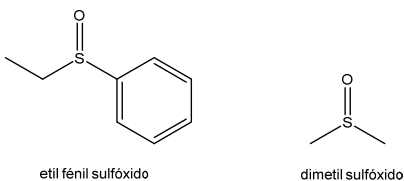


Figura 91. Ejemplos de estructuras de sulfóxidos.

Unidad IV. Reacciones de adición y de eliminación.

4.1. Introducción.

Se llama reacción química a los procesos de transformación de la materia o de las sustancias. Las reacciones involucran ruptura y formación de enlaces, lo que no ocurre en una transformación o cambio de estado físico.

Por ejemplo, la destilación del petróleo es una transformación física en la cual no se rompen enlaces, solo se separan los compuestos dependiendo de su punto de ebullición (alcohol, gasolina, queroseno, aceites ligeros y pesados, etc.), (Figura 92).

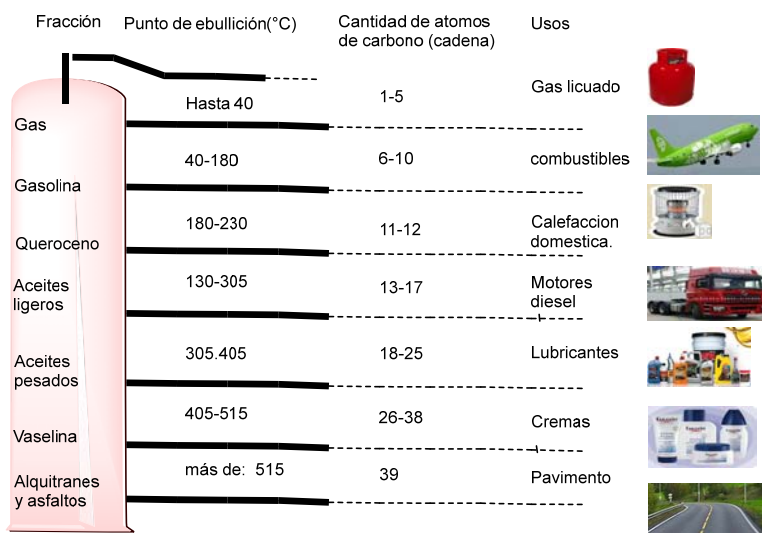


Figura 92. Separación de los componentes del petróleo por destilación.

Para el caso de las reacciones orgánicas, en los procesos de transformación al menos uno de los compuestos que se transforman son compuestos orgánicos, por ejemplo, en la combustión de hidrocarburos para la generación de CO_2 . En este caso los enlaces C-H son rotos para luego formar otros con oxígeno (Figura 93).

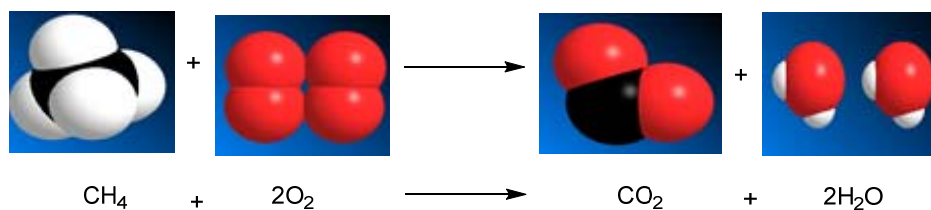


Figura 93. Reacción de combustión de metano.

El tipo de reacciones que ocurren en química orgánica es muy amplio y variado, y se manifiesta por ejemplo cuando un mismo grupo funcional o de hidrocarburo genera muchos productos diferentes y también al transformarse en otro grupo funcional. Dentro de la clasificación de reacciones químicas que más se presentan en química orgánica tenemos, las reacciones de; adición, eliminación, sustitución, reducción y oxidación.

4.2 Reacciones de adición.

En este tipo de reacción, una molécula o compuesto reacciona con otra sustancia orgánica para formar un nuevo compuesto, quedando integrado por la suma de ambos compuestos. Ejemplos de este tipo de reacción tenemos los siguientes.

4.2.1 Adición de alquenos.

Sucede cuando a un doble enlace se le adiciona una molécula de halógeno (X= F, Br, Cl, I), dando como resultando un halogenuro de alquilo (Figura 94).

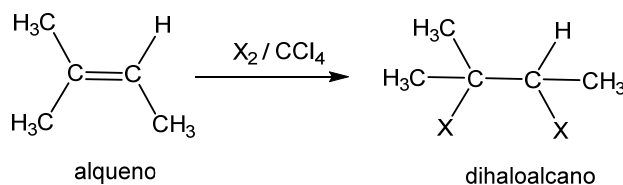


Figura 94. Halogenuro de alquilo.

4.2.2 Reacción de hidrogenación de alquinos.

Se produce cuando a un triple enlace se le adicionan átomos de hidrogeno para la obtención de alcanos con la ayuda de un catalizador (platino, Pt) para acelerar la reacción (Figura 95).

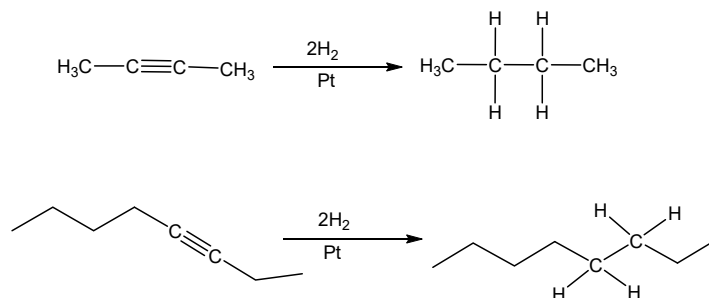


Figura 95. Reacción de hidrogenación de alquinos.

4.2.3 Adición de aminas a epóxidos.

Se lleva a cabo con el proceso nucleofílico de una molécula de amonio, para la obtención de un amino alcohol (Figura 96).

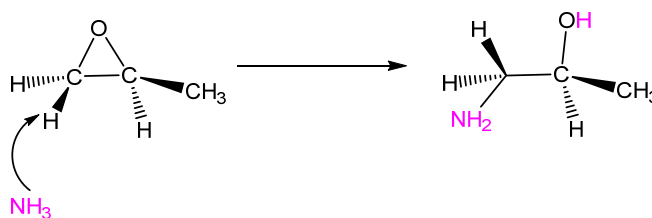


Figura 96. Reacción por adición de aminas a epóxidos.

4.3. Reacciones de eliminación.

Se caracterizan básicamente por la sustracción de un átomo o de una parte de la molécula que se hace reaccionar. En esta reacción se utiliza un reactivo que se encarga de promover la ruptura de un enlace. Por ejemplo:

4.3.1 Reacción de deshidrohalogenación.

Al realizarse la reacción se forman alquenos a partir de un halogenuro (Br) de alquilo, la reacción es iniciada por una base muy fuerte como por ejemplo, el etóxido de potasio en etanol (Figura 97).

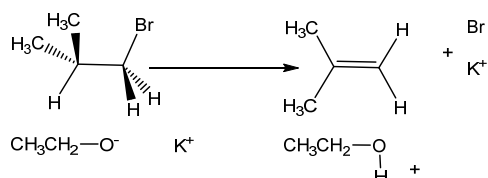


Figura 97. Reacción de deshidrohalogenación.

4.3.2 Deshidratación de alcoholes.

Se caracteriza porque a partir de alcoholes en medio ácido aplicando calor se forman alquenos. De tal forma que al utilizar el ácido sulfúrico como catalizador para acelerar la reacción, el alcohol sale en forma de agua formándose el etileno (Figura 98).

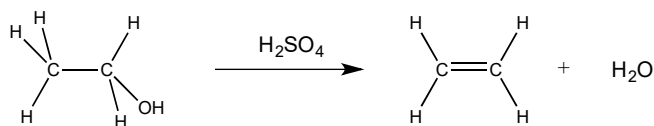


Figura 98. Deshidratación de alcoholes.

5.0 Conclusiones.

Este material didáctico que se elaboró que incluyen los conocimientos de temas teóricos y prácticos, sobre los temas de hibridación del carbono, los grupos funcionales, así como de las reacciones por adición y eliminación, presentan un nuevo enfoque orientado a la ingeniería de ciencias de la tierra en donde se presenta un formato más didáctico y accesible para la mejor comprensión del estudiantado lo que permitiera disminuir el rezago en esta materia dentro de la Facultad de Ingeniería

Considerando la investigación realizada para llevar a cabo este trabajo sobre los temas de hibridación, grupos funcionales, así como el de las reacciones por adición y eliminación, se puede concluir que estas herramientas que contiene este material didáctico, son elementales para que el alumno en ciencias de la tierra comprenda que las diferentes estructuras que conforman una sustancia, tienen algo en común, ya que las propiedades de una sustancia se deben a su estructura en particular, y esto es característico en la química orgánica, la relación que existe entre estos temas, es principalmente la estructura y las propiedades de los compuestos orgánicos, cuyos principales componentes en sus cadenas son los elementos carbono e hidrógeno.

Lo elemental que se puede mencionar es que gracias a las propiedades químicas del carbono, como lo es su tetravalencia la cual le permite originar diferentes enlaces con otros elementos afines, produciéndose con esto las diferentes reacciones que propician la generación de las sustancias o compuestos químicos que conocemos.

Los avances y aportaciones que la química ha tenido en los últimos años, permite entender, como el átomo de carbono y otros elementos se enlazan para poder formar las distintas estructuras que constituyen los diferentes compuestos que se utilizan cotidianamente.

Gracias al presente trabajo, se pretende mostrar claramente al estudiante como se forman los enlaces y en el caso de la hibridación del carbono como sus propiedades especiales determinan el tipo de hibridación de que trata este material, permitiendo también la generación de los distintos grupos funcionales, los cuales tienen sus propiedades y características propias.

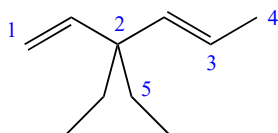
De tal forma, sin el conocimiento y manejo de las herramientas de que tratan los temas en este trabajo, no sería posible entender la manifestación de estos fenómenos químicos, que se presentan en los temas de la hibridación, grupos funcionales y las reacciones químicas.

En conclusión cada uno de los puntos tratados en el trabajo muestran como con un manejo sencillo y práctico tanto de lo teórico como práctico en la solución de ejercicios, para que el alumno inicie a comprender los temas de química orgánica en este caso, y que tenga más interés en conocer como ocurren estas manifestaciones químicas a niveles atómicos y que repercuten en su vida cotidiana.

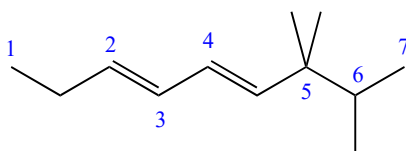
Anexo 1. Ejercicios de hibridación.

Instrucciones. Llena los espacios vacíos de la siguiente tabla de acuerdo a la estructura y los datos de cada uno de los carbonos indicados.

EJEMPLO. 1.

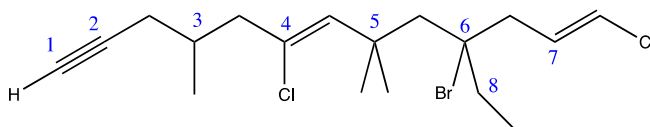


Carbono	Tipo de enlace	Geometría molecular	Angulo de enlace(grados)	Tipo de hibridación
1	doble	trigonal planar	120°	sp ²
2	sencillo	tetraédrica	109.5°	sp ³
3	doble	trigonal plana	120°	sp ²
4	sencillo	tetraédrica	109.5°	sp ³
5	sencillo	tetraédrica	109.5°	sp ³



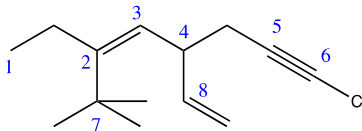
Problema 1.

Carbono	Tipo de enlace	Geometría molecular	Angulo de enlace	Tipo de hibridación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				



Problema 2.

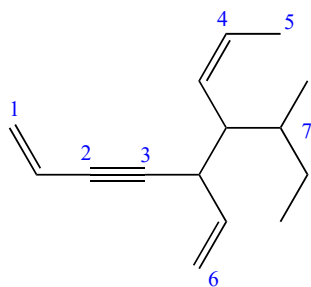
Carbono	Tipo de enlace	Geometría molecular	Angulo de enlace	Tipo de hibridación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				



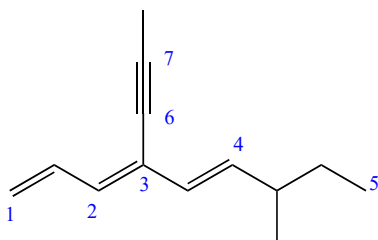
Problema 3.

Carbono	Tipo de enlace	Geometría molecular	Angulo de enlace	Tipo de hibridación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

Problema 4.



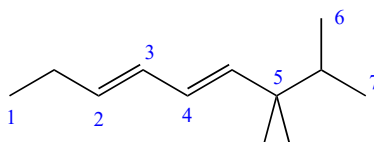
Carbono	Tipo de enlace	Geometría molecular	Angulo de enlace	Tipo de hibridación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				



Problema 5.

Carbono	Tipo de enlace	Geometría molecular	Angulo de enlace	Tipo de hibridación
1				
2				
3				

4				
5				
6				
7				



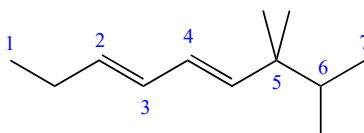
Problema 6.

Carbono	Tipo de enlace	Geometría molecular	Angulo de enlace	Tipo de hibridación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

RESPUESTAS.

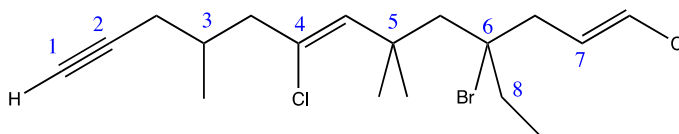
Realiza los siguientes ejercicios.

Instrucciones. Llena los espacios vacíos de la siguiente tabla de acuerdo a la estructura y los datos que te pide de cada carbono. Basándote en el primer ejemplo.



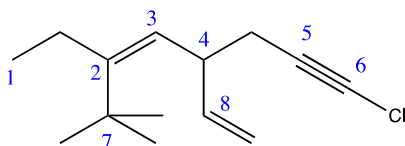
Problema 1.

Carbono	Tipo de enlace	Geometría molecular	Angulo de enlace	Tipo de hibridación
1	sencillo	tetraédrica	109.5°	sp ³
2	doble	trigonal plana	120°	sp ²
3	doble	trigonal plana	120°	sp ²
4	doble	trigonal plana	120°	sp ²
5	sencillo	tetraédrica	109.5°	sp ³
6	sencillo	tetraédrica	109.5°	sp ³
7	sencillo	tetraédrica	109.5°	sp ³



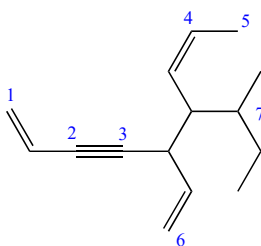
Problema 2.

Carbono	Tipo de enlace	Geometría molecular	Angulo de enlace	Tipo de hibridación
1	triple	lineal	180°	sp
2	triple	lineal	180°	sp
3	sencillo	tetraédrica	109.5°	sp ³
4	doble	trigonal plana	120°	sp ²
5	sencillo	tetraédrica	109.5°	sp ³
6	sencillo	tetraédrica	109.5°	sp ³
7	doble	trigonal plana	120°	sp ²
8	sencillo	tetraédrica	109.5°	sp ³



Problema 3.

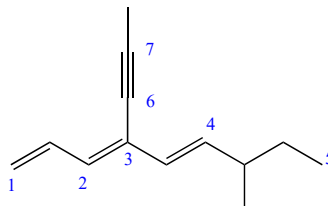
Carbono	Tipo de enlace	Geometría molecular	Angulo de enlace	Tipo de hibridación
1	sencillo	tetraédrica	109.5°	sp ³
2	doble	trigonal plana	120°	sp ²
3	doble	trigonal plana	120°	sp ²
4	sencillo	tetraédrica	109.5°	sp ³
5	triple	lineal	180°	sp
6	triple	lineal	180°	sp
7	sencillo	tetraédrica	109.5°	sp ³
8	doble	trigonal plana	120°	sp ²



Problema 4.

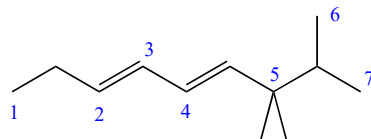
Carbono	Tipo de enlace	Geometría molecular	Angulo de enlace	Tipo de hibridación
1	doble	trigonal plana	120°	sp ²
2	triple	lineal	180°	sp
3	triple	lineal	180°	sp
4	doble	trigonal plana	120°	sp ²
5	sencillo	tetraédrica	109.5°	sp ³

6	doble	trigonal plana	120°	sp ²
7	sencillo	tetraédrica	109.5°	sp ³



Problema 5.

Carbono	Tipo de enlace	Geometría molecular	Angulo de enlace	Tipo de hibridación
1	doble	trigonal plana	120°	sp ²
2	doble	trigonal plana	120°	sp ²
3	doble	trigonal plana	120°	sp ²
4	doble	trigonal plana	120°	sp ²
5	sencillo	tetraédrica	109.5°	sp ³
6	triple	lineal	180°	sp
7	triple	lineal	180°	sp



Problema 6.

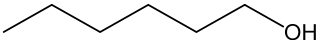
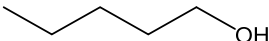
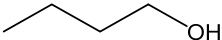
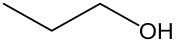
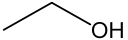

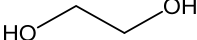
Carbono	Tipo de enlace	Geometría molecular	Angulo de enlace	Tipo de hibridación
1	sencillo	tetraédrica	109.5°	sp ³
2	doble	trigonal plana	120°	sp ²
3	doble	trigonal plana	120°	sp ²
4	doble	trigonal plana	120°	sp ²

5	sencillo	tetraédrica	109.5°	sp ³
6	sencillo	tetraédrica	109.5°	sp ³
7	sencillo	tetraédrica	109.5°	sp ³

ANEXO 2. Ejercicios de los grupos funcionales.

a) Grupo funcional Alcohol.

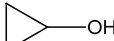
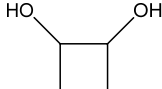
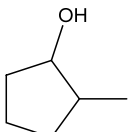
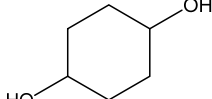
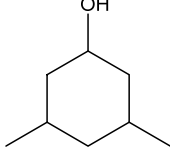
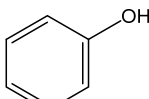
Instrucciones. Coloca la letra en el parentesis, de la formula correcta que corresponda al nombre del alcohol

- a)  1. () hexanol
- b)  2. () pentanol
- c)  3. () metanol
- d)  4. () 1,2-etanodiol
- e)  5. () etanol o alcohol etílico
- f)  6. () butanol o alcohol butílico
- g)  7. () propanol o alcohol propílico

RESPUESTAS

a, 1. b, 2. c, 6. d, 7. e, 5. f, 3. g, 4.

Instrucciones. Relaciona las estructuras con su nombre correcto

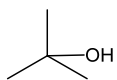
- A.  () 3,5-dimetilciclohexanol
- B.  () fenol
- C.  () 1,4-ciclohexanodiol
- D.  () 1,2-ciclobutanodiol
- E.  () ciclopropanol
- F.  () 2-metil-1-ciclopentanol

RESPUESTAS

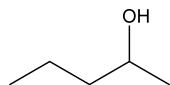
- A. ciclopropanol D. 1,4-ciclohexanodiol
- B. 1,2-ciclobutanodiol E. 3,5-dimetilciclohexanol
- C. 2-metil-1-ciclopentanol F. fenol

Instrucciones. Escribe el nombre que le corresponda a las siguientes formulas de alcoholes.

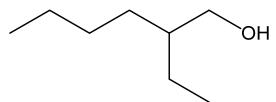
1.



2.



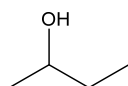
3.



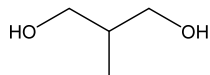
4.

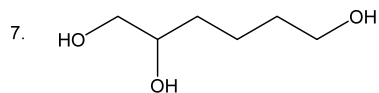


5.



6.





RESPUESTAS

1. terbutanol o alcohol terbutílico
2. 2-pentanol
3. 2-etil-1-hexanol
4. 2-propanol

5. 2-butanol
6. 2-metil-1,3-propanodiol
7. 1,2,6-hexanotriol

b) Grupo funcional Éter.

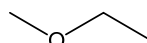
Indicaciones. Escribe el número que corresponda al nombre de la estructura correcta.

1.



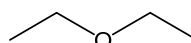
() dietil éter

2.



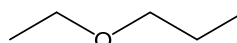
() dimetil éter

3.



() etil metil éter

4.



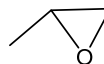
() etil propil éter

5.



() oxido de etileno

6.

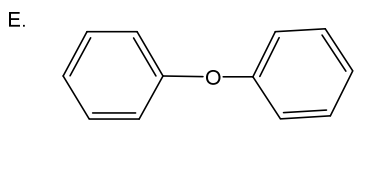
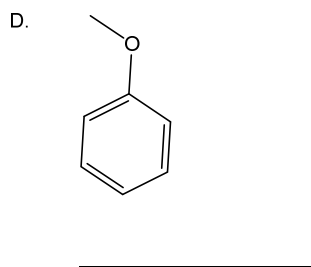
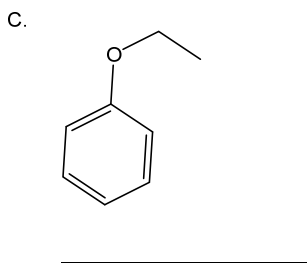
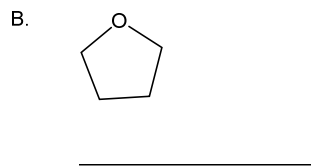
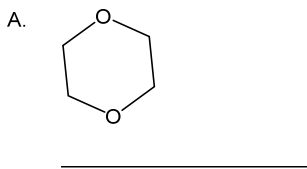


() oxido de propileno

RESPUESTAS

1. dimetil éter
2. etil metil éter
3. dietil éter
4. etil propil éter
5. oxido de etileno
6. oxido de propileno

Indicaciones. Escribe el nombre de las siguientes estructuras de éteres.



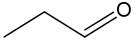
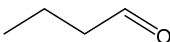
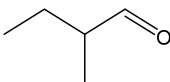
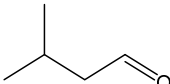
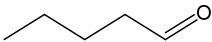


RESPUESTAS

- A. 1,4-dioxano
- B. tetrahidrofurano
- C. fenil etil éter
- D. fenil metil éter
- E. difenil éter

c) Grupo funcional aldehído.

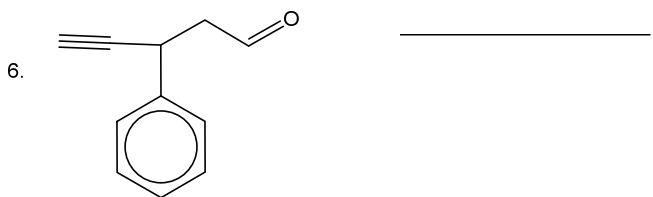
Instrucciones. Relaciona las formulas con su nombre correcto de los siguientes aldehídos

- | | | |
|----|---|--------------------|
| 1. |  | () etanal |
| 2. |  | () butanal |
| 3. |  | () pentanal |
| 4. |  | () propanal |
| 5. |  | () 3-metilbutanal |
| 6. |  | () 2-metilbutanal |
| 7. |  | () formaldehído |

RESPUESTAS

- 1. formaldehído
- 2. etanal
- 3. propanal
- 4. butanal
- 5. 2-metilbutanal
- 6. 3-metilbutanal
- 7. pentanal

Instrucciones. Escribe el nombre de las siguientes formulas de aldehidos.



RESPUESTAS

1. acetaldehído

2. propionaldehído

3. 2-etil-2-metilbutanal

4. benzaldehído

5. ciclohexancarboxaldehído

6. 3-fenil-4-pentinal

d) Grupo funcional Cetonas.

Instrucciones. Relaciona la formula con el nombre correcto de las siguientes cetonas.



RESPUESTAS.

1. 2-propanona

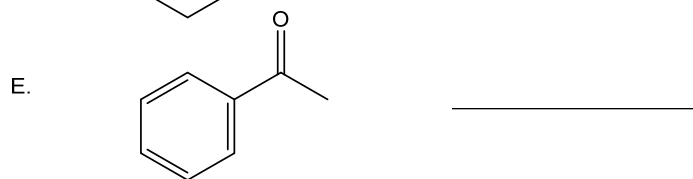
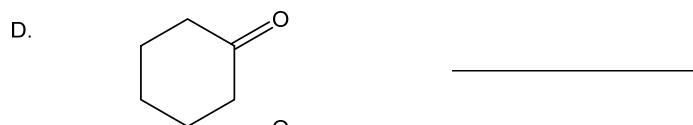
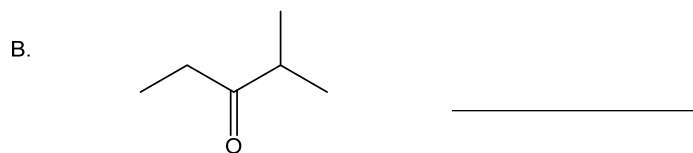
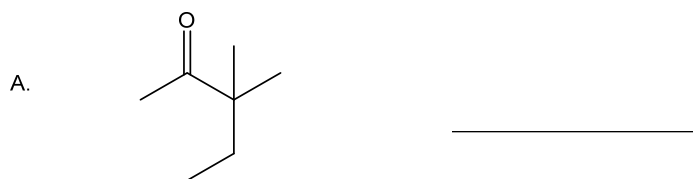
2. 3-metil-2-butanona

3. 2-butanona

4. 3-bromo-2-butanona

5. 2-pentanona

Instrucciones. Escribe el nombre de las siguientes cetonas.

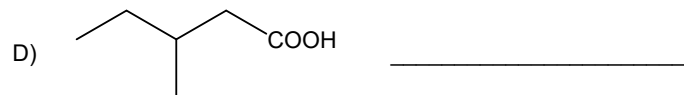
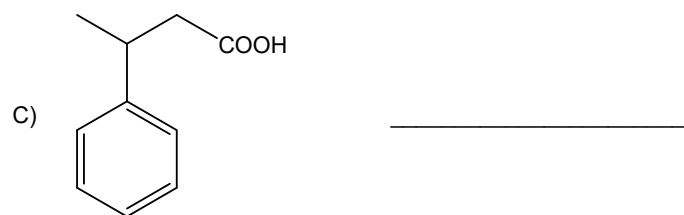
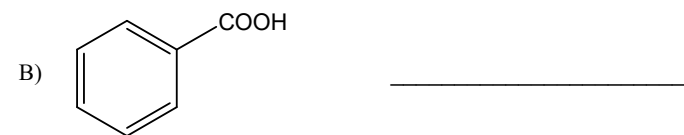
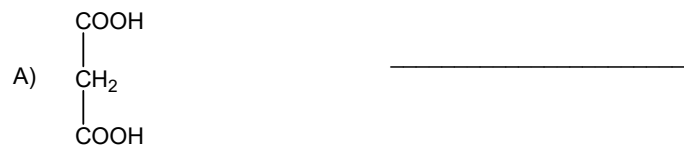


RESPUESTAS

- A. 3,3-dimetil-2-pentanona
- B. 2-metil-3-pentanona
- C. ciclopentanona
- D. ciclohexanona
- E. acetofenona

e) Grupo funcional Ácido carboxílico.

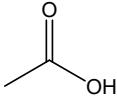
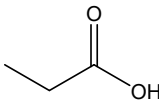
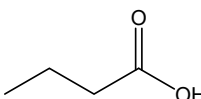
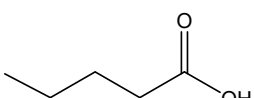
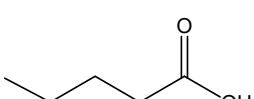
Instrucciones . Escribe el nombre de los siguientes ácidos carboxílico.



RESPUESTAS

- A. ácido propanodioico
- B. ácido benzoico
- C. ácido 3-fenilbutanoico
- D. ácido 3-metilpentanoico

Instrucciones. Relaciona las siguientes formulas con su nombre.

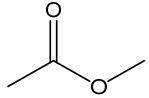
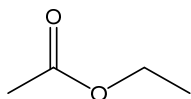
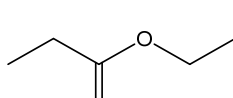
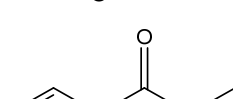
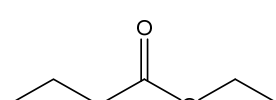
1. HCOOH () ácido etanoico
2.  () ácido butanoico
3.  () ácido metanoico
4.  () ácido pentanoico
5.  () ácido 2-metil-pentanoico
6.  () ácido propanoico

RESPUESTAS.

1. ácido metanoico
2. ácido etanoico
3. ácido propanoico
4. ácido butanoico
5. ácido pentanoico
6. ácido 2-metil-pentanoico

f) Grupo funcional Éster.

Instrucciones. Relaciona la formula con el nombre correcto de los siguientes esteres.

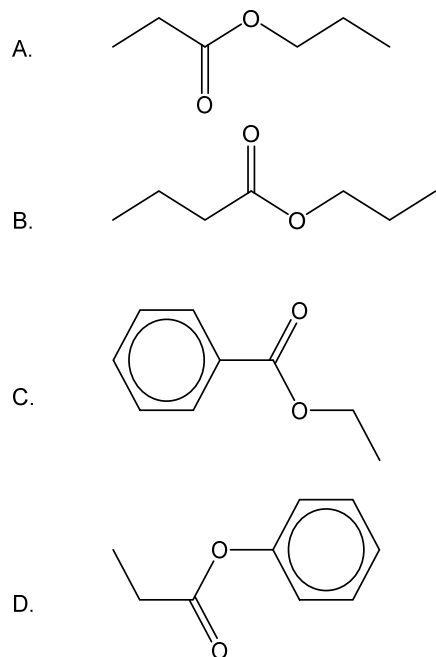
- A.  () etanoato de etilo
- B.  () butanoato de etilo
- C.  () propanato de etilo
- D.  () etanoato de metilo
- E.  () 3-butenoato de metilo

RESPUESTAS

- A. etanoato de metilo
- B. etanoato de etilo
- C. propanato de etilo
- D. 3-butenoato de metilo
- E. butanoato de etilo

g) Grupo funcional Amina.

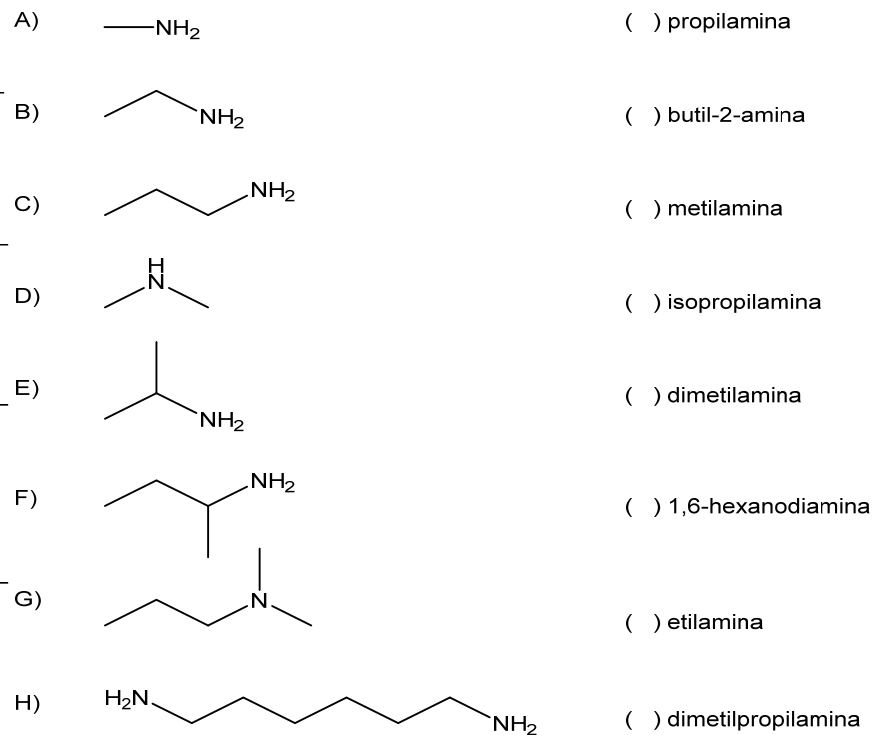
Instrucciones. Escribe el nombre correcto de los siguientes esteres.



RESPUESTAS.

- A. propanoato de propilo
- B. butanoato de propilo
- C. benzoato de etilo
- D. propanoato de fenilo

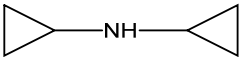
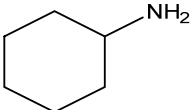
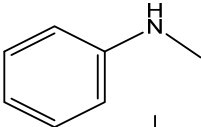
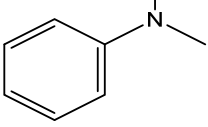
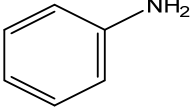
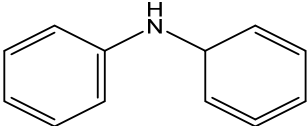
Instrucciones. Relaciona las formulas con su nombre correcto de las siguientes aminas.



RESPUESTAS

- | | |
|-----------------|-----------------------|
| A. metilamina | E. isopropilamina |
| B. etilamina | F. butil-2-amina |
| C. propilamina | G. dimetilpropilamina |
| D. dimetilamina | H. 1,6-hexanodiamina |

Instrucciones. Escribe el nombre de las siguientes aminas

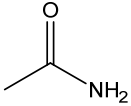
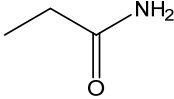
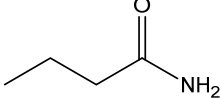
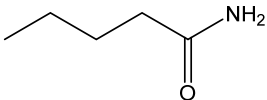
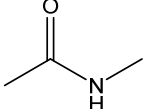
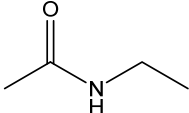
1.  _____
2.  _____
3.  _____
4.  _____
5.  _____
6.  _____

RESPUESTAS

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 1. dicyclopropilamina | 4. N,N,-dimetilaniлина |
| 2. ciclohexilamina | 5. fenilamina(anilina) |
| 3. N-metilaniлина | 6. difenilamina |

h) Grupo funcional Amida.

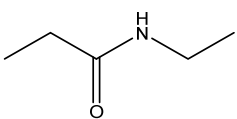
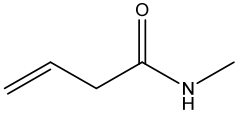
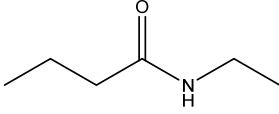
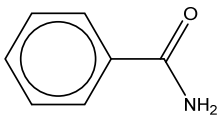
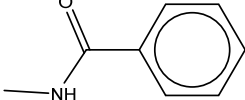
Instrucciones. Relaciona las formulas con su nombre correcto de las siguientes amidas

- | | | |
|----|--|------------------------|
| A) |  | () etanamida |
| B) |  | () butilamida |
| C) |  | () propilamida |
| D) |  | () N-metilacetanamida |
| E) |  | () N-etilacetanamida |
| F) |  | () pentilamida |

RESPUESTAS

- | | |
|----------------|-----------------------|
| A. etanamida | D. pentilamida |
| B. propilamida | E. N-metilacetanamida |
| C. butilamida | F. N-etilacetanamida |

Instrucciones. Escribe el nombre de los siguientes compuestos de amidas


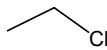
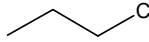
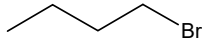
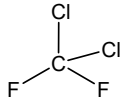
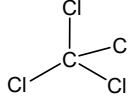
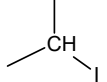
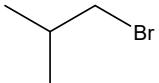
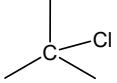
1.  _____
2.  _____
3.  _____
4.  _____
5.  _____

RESPUESTAS

1. N-etilpropanamida
2. N-metil-3-butenamida
3. N-etilbutanamida
4. benzamida
5. N-metilbenzamida

i) Grupo funcional Halogenuros de alquilo o haluros

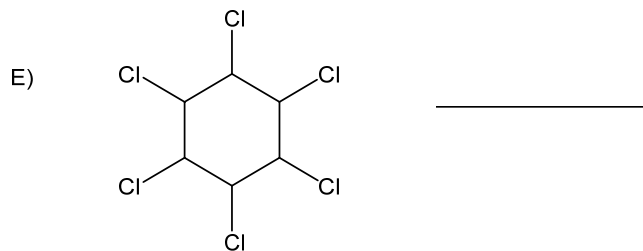
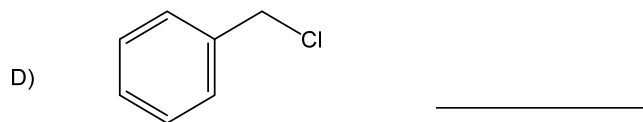
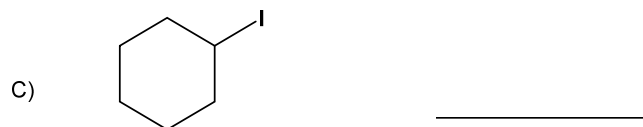
Indicaciones. Relaciona las formulas consu nombre correcto de los siguientes halogenuros.

1.  () cloruro de etilo
2.  () 2-yodopropano
3.  () cloruro de propilo
4.  () fluorometano
5.  () cloruro de terbutilo
6.  () bromuro de n-butilo
7.  () tetracloruro de carbono
8.  () dicloro-difluoro-metano
9.  () bromuro de isobutilo

RESPUESTAS

1. fluorometano
2. cloruro de etilo
3. cloruro de propilo
4. bromuro de n-butilo
5. dicloro-difluoro-metano
6. tetracloruro de carbono
7. 2-yodopropano
8. bromuro de isobutilo
9. cloruro de terbutilo

indicaciones. Escribe el nombre correcto de los siguientes halogenuros.



RESPUESTAS

- A. fluoruro de ciclopropilo
- B. bromuro de ciclopentilo
- C. yoduro de ciclohexilo
- D. cloruro de bencilo
- E. 1,2,3,4,5,6 hexaclorociclohexano

j) Grupo funcional del azufre, tioles.

Instucciones. Relaciona las formulas con su nombre correcto de los siguientes tioles.

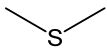
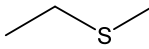
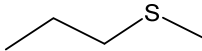
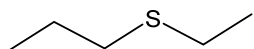
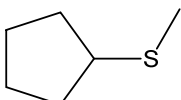
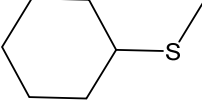
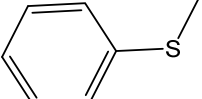


RESPUESTAS

- | | | |
|------------------|---------------------|---------------------|
| 1. metanotiol | 4. butanotiol | 7. ciclopentanotiol |
| 2. etanotiol | 5. 2-mercaptoetanol | 8. tiofenol |
| 3. 2-propanotiol | 6. terbitanotiol | |

k) Grupo funcional del azufre, tioéter.

Instrucciones. Relaciona las formulas de los siguientes tioéteres o sulfatos con su nombre correcto.

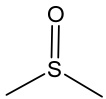
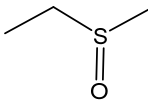
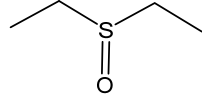
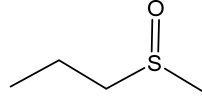
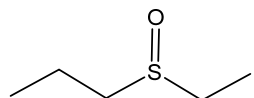
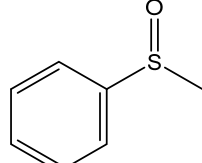
- | | | |
|----|---|------------------------------|
| 1. |  | () dimetiltioéter |
| 2. |  | () ciclohexil-metiltioéter |
| 3. |  | () etil-metiltioéter |
| 4. |  | () fenil-metiltioéter |
| 5. |  | () etil-propiltioéter |
| 6. |  | () metil-propiltioéter |
| 7. |  | () ciclopentil-metiltioéter |

RESPUESTAS

- | | | |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1. dimetiltioéter | 4. etil-propiltioéter | 7. fenil-metiltioéter |
| 2. etil-metiltioéter | 5. ciclopentil-metiltioéter | |
| 3. metil-propiltioéter | 6. ciclohexil-metiltioéter | |

l) Grupo funcional del azufre, sulfóxidos.

Indicaciones. Relaciona el nombre correctamente de las formulas de los siguientes sulfóxidos.

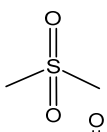
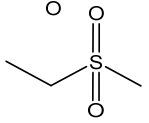
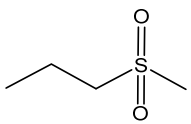
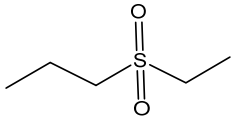
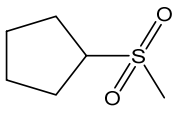
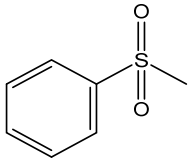
- | | | |
|----|---|---------------------------|
| A. |  | () dimetilsulfoxido |
| B. |  | () etil-metilsulfoxido |
| C. |  | () dietilsulfoxido |
| D. |  | () etil-propilsulfoxido |
| E. |  | () fenil-metilsulfoxido |
| F. |  | () propil-metilsulfoxido |

RESPUESTAS

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| A. dimetilsulfoxido | D. propil-metilsulfoxido |
| B. etil-metilsulfoxido | E. etil-propilsulfoxido |
| C. dietilsulfoxido | F. fenil-metilsulfoxido |

m) Grupo funcional del azufre, sulfonas.

Indicaciones. Relaciona las formulas con su nombre correcto de las siguientes sulfonas.

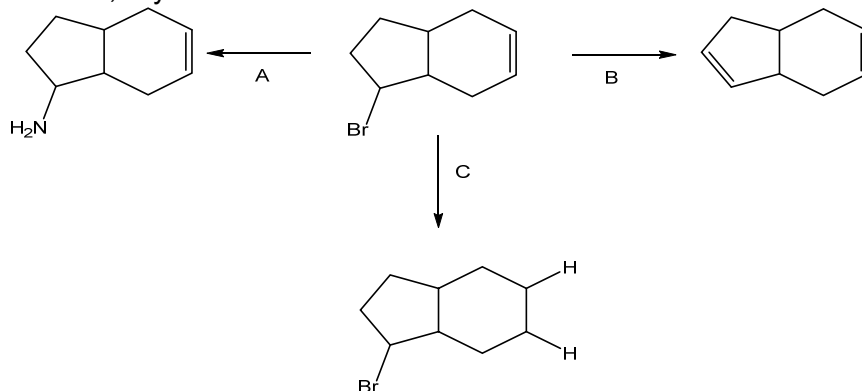
1.  () dimetilsulfona
2.  () etil-metilsulfona
3.  () etil-propilsulfona
4.  () metil-propilsulfona
5.  () fenil-metilsulfona
6.  () ciclopentil-metilsulfona

RESPUESTAS

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| 1. dimetilsulfona | 4. etil-propilsulfona |
| 2. etil-metilsulfona | 5. ciclopentil-metilsulfona |
| 3. metil-propilsulfona | 6. fenilmetilsulfona |

Anexo 3. Ejercicios de reacciones.

- 1 En el mundo de la ingeniería, así como de cualquier proceso industrial el uso de motores de combustión es indispensable. En este caso este tipo de motores por lo general usa tanto lubricantes como gasolina, ambos compuestos orgánicos, sin embargo el primero de ellos se encarga de evitar la fricción y el segundo produce CO_2 . De acuerdo a lo descrito en el párrafo anterior indicar brevemente que compuesto lleva acabo solo un proceso físico, y el otro es una reacción química, justifique brevemente su respuesta.
- 2 Se ha establecido que una reacción química es un proceso en donde se rompen y se forman enlaces es entonces ¿por qué se indica que cuando separamos compuestos orgánicos por destilación no se realiza una reacción?
- 3 En la industria minera cuando se encuentra una mina de azufre natural, uno de los métodos más simples para obtener este elemento es inyectando agua caliente y aire comprimido. Recordando que el azufre bajo condiciones estándar es un sólido y que en el proceso indicado anteriormente sale como líquido; ¿Cree usted que está ocurriendo una reacción química? Justifique brevemente su respuesta.
- 4 De acuerdo a la siguiente figura, indicar que tipo de reacción está ocurriendo para el proceso A, B y C



Anexo 4.



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**
FACULTAD DE INGENIERÍA

MATERIAL DIDÁCTICO

“TIPOS DE HIBRIDACION DEL ÁTOMO DE CARBONO,
GRUPOS FUNCIONALES Y REACCIONES DE ADICIÓN EN
QUIMICA ORGANICA”

Elaboró: Basilio Eslava Soto
Asesor: Dr. Ricardo Alfaro Fuentes.

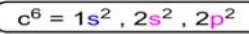
1

Hibridación del átomo de carbono en los
compuestos orgánicos.

2

Configuración electrónica del carbono.

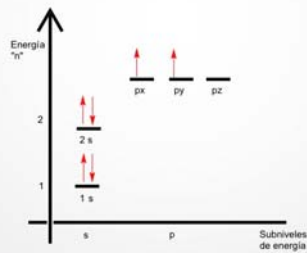
Su número atómico es igual a 6 y con ello podemos determinar su configuración electrónica, la cual representa el arreglo de los seis electrones del átomo de carbono en los niveles 1 y 2 de energía, en donde se tienen los orbitales s y p (1s, 2s y 2p).



3

Niveles energéticos.

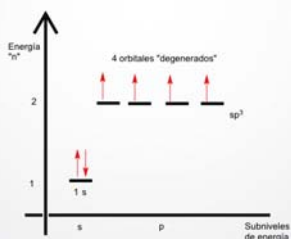
En términos de energía la configuración electrónica representa los diferentes niveles probables donde se encuentran localizados los electrones, es entonces que nos referimos que para el caso del carbono ocupa los dos primeros niveles de energía y los orbitales s y p.



4

Hibridación del átomo de carbono.

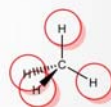
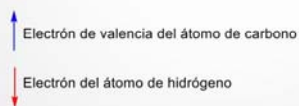
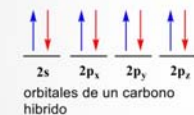
Tomando en cuenta solo a los electrones de valencia del carbono, tenemos que: la hibridación del átomo de carbono surge cuando los electrones del subnivel 2s se combinan con los electrones del subnivel 2p para generar 4 nuevos orbitales "degenerados", estos orbitales que resultan de la combinación del orbital s y los tres orbitales del subnivel 2p (p_x , p_y y p_z), son los denominados orbitales híbridos, los cuales tienen como característica principal tener el mismo valor de energía.



5

Orbitales del carbono hibridado y sus cuatro enlaces sencillos con átomos de hidrógeno.

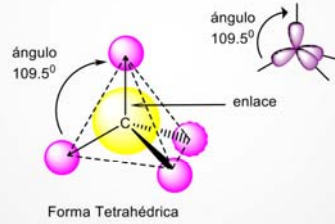
Tenemos por ejemplo la molécula del metano CH_4 , la cual representa para este caso, a los orbitales del carbono hibridado y los cuatro enlaces sencillos en un carbono hibridado enlazado con el átomo de hidrógeno.



6

Hibridación sp^3

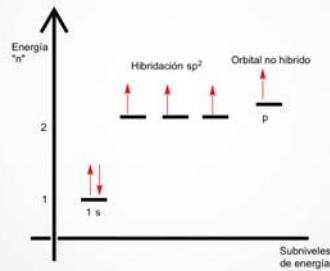
Las características de la hibridación sp^3 consisten principalmente en el: resultado de la combinación del orbital s y de los tres orbitales p , obteniendo cuatro orbitales idénticos entre sí, lo que genera un carbono con cuatro enlaces sencillos iguales, denominados enlace tipo sigma (σ)



7

Hibridación sp^2 .

En el caso de la hibridación sp^2 , las características más importantes de esta configuración consisten en la combinación del orbital " s " y dos orbitales " p ", y queda un orbital " p " no híbrido.



8

Hibridación sp^2 .

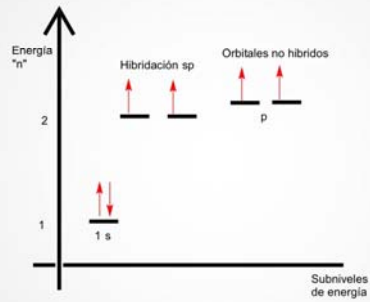
Esta combinación de orbitales presenta estructura geométrica trigonal planar, lo que explica por qué el ángulo que se forma entre los enlaces híbridos es de 120° . En este caso el orbital no hibridado es lo que permite la formación del enlace doble y se denominan enlaces tipo pi (π)



9

Hibridación sp .

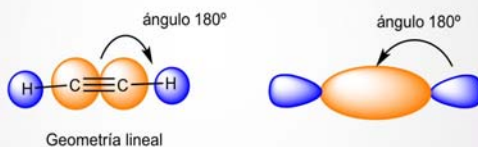
Las hibridación sp consiste en la combinación del orbital s y solo uno de los orbitales p , quedando dos orbitales no hibridados.



10

Hibridación sp .

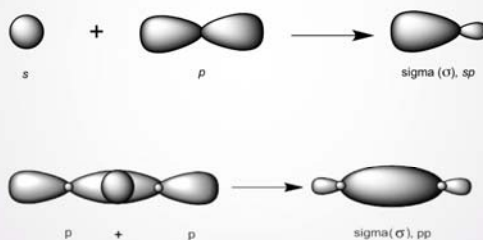
Se genera una estructura lineal con ángulo de 180° , mientras que los dos orbitales "p" no híbridos se traslapan lateralmente y son los que conforman el triple enlace, con dos enlaces tipo pi (π) y que se encuentran con orientación lineal entre sí.



11

Enlace tipo sigma (σ).

A los enlaces sencillos se les nombra enlaces de tipo sigma (σ) y pueden ser generados por un orbital "s" y un orbital "p", o por el traslape de dos orbitales "p". Para este tipo de enlace tipo sigma la longitud promedio de enlace entre núcleos de los átomos de carbono es de 1.54 Armstrong (Å).

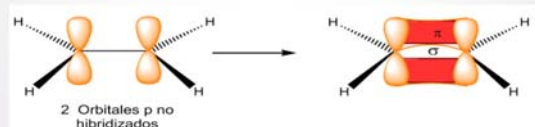


12

Enlace tipo pi (π).

Para la formación de enlaces dobles o triples, los cuales se denominan enlace tipo pi (π), corresponden al traslape lateral de dos orbitales "p", lo que permite generar dos nubes de electrones paralelas, tal y como se observa.

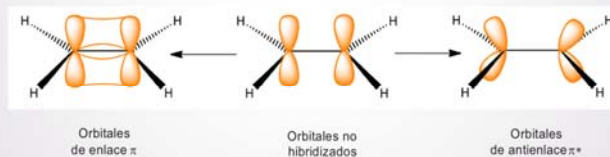
En este caso para la formación de un doble enlace se tiene una distancia de enlace de 1.33 (Å), mientras que si se presentara la formación de un enlace triple que tendrá dos enlaces tipo pi la longitud de enlace es de 1.20 (Å).



13

Orbital enlazante y orbital antienlazante

Existe también el concepto de antienlace, el cual consiste en que los orbitales no se traslapan, la manera de indicar la presencia de un antienlace es colocando un asterisco. Lo antes mencionado se puede resumir de la siguiente manera, cuando se tiene un enlace de tipo sigma se pone solo el símbolo (σ), mientras que para su antienlace se denomina sigma asterisco (σ^*). Esto se repite con los enlaces tipo pi (π) y antienlace pi asterisco (π^*).

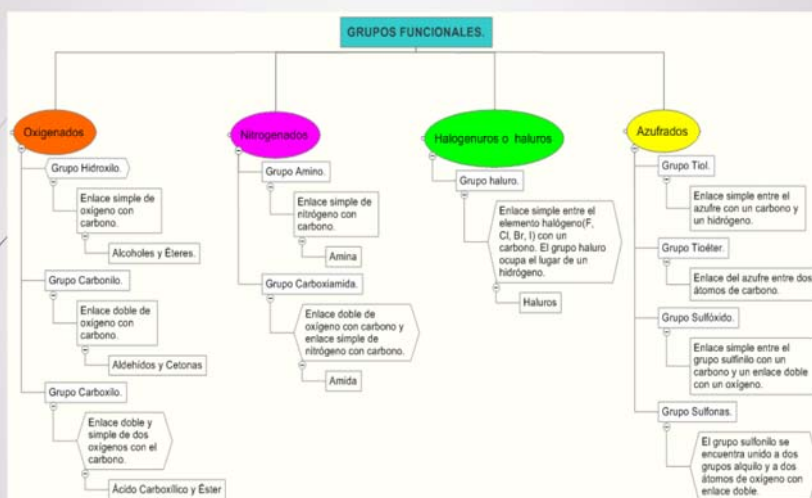


14

Principales grupos funcionales en la química orgánica, su nomenclatura y propiedades.

15

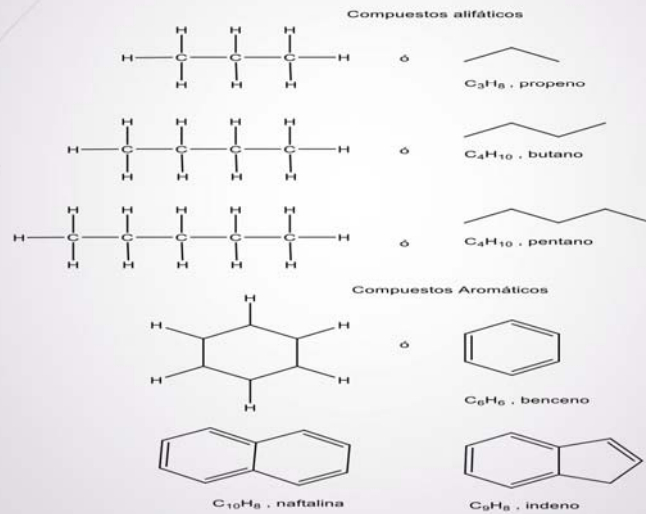
Clasificación de los grupos funcionales.



16

Hidrocarburos alifáticos y aromáticos.

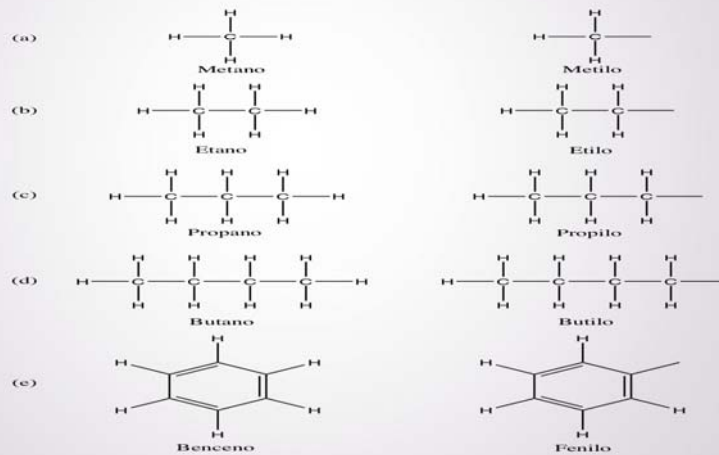
Los compuestos derivados del carbono denominados hidrocarburos se dividen en dos grandes grupos los alifáticos (lineales) y los aromáticos (cíclicos).



17

Grupos Radicales.

A los compuestos que les falta un enlace por lo general constituyen y se les denomina radicales y así en los hidrocarburos existen radicales alifáticos y radicales aromáticos.



18

Alcoholes, Grupo Hidroxilo.

Los alcoholes son un grupo funcional muy característico debido a la presencia del grupo hidroxilo (OH). Existen dos nomenclaturas para nombrar a este grupo funcional.

La primera consiste en colocar la palabra alcohol seguida del radical hidrocarbonado colocando la terminación "ílico".

La segunda es la recomendada por la IUPAC, indica que se debe de sustituir la terminación del compuesto por "ol".

19



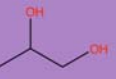
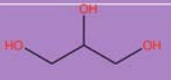
Nomenclatura de alcoholes				
Alcano	Estructura	Común	IUPAC	
Metano	CH ₄	Alcohol Metílico	Metanol	CH ₃ OH
Etano	CH ₃ CH ₃	Alcohol Etílico	Etanol	CH ₃ CH ₂ OH
Propano	CH ₃ CH ₂ CH ₃	Alcohol Propílico	Propanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH
Butano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	Alcohol Butílico	Butanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH
Pentano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	Alcohol Pentílico	Pentanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH

Clasificación de los Alcoholes.

La clasificación de los alcoholes se puede dar de dos formas:

La primera depende del número de grupos de hidróxido (-OH) que tenga enlazados a sus moléculas, esto se refiere a: los alcoholes simples con un grupo hidroxilo y los alcoholes con más de un grupo OH presente se denominan glicoles.

20

Fórmula	Nombre	Clasificación
	1-propanol	alcohol
	1,2-etanodiol	Diol, glicol
	1,2-propanodiol (propilenglicol)	Diol, glicol
	1,2,3-propanotriol (glicerina)	Triol, glicol

Clasificación de los Alcoholes.

La segunda clasificación está referida al carbono y los hidrógenos presentes; con esto se refiere a que si el carbono tiene al menos dos hidrógenos el alcohol formado se le categoriza como primario, en el caso de que solo contenga un hidrógeno el carbono, el alcohol se cataloga como secundario y en el caso de que no se presenten hidrógenos se tendrá un alcohol terciario.

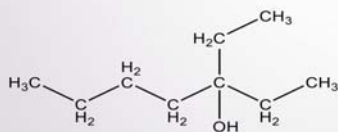
21

Tipo de alcohol	Estructura	Ejemplo
Alcohol primario		
Alcohol secundario		
Alcohol terciario		

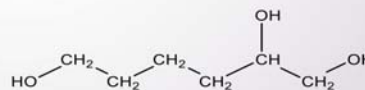
Reglas para nombrar a los alcoholes de acuerdo a la IUPAC

1. Se identifica la cadena más grande dentro del hidrocarburo y se enumera la cadena de tal manera que al carbono que soporta el hidroxilo le corresponda el menor número posible, es importante considerar que la cadena elegida además presente el mayor número de ramificaciones.
2. Se identifican las ramificaciones de acuerdo a la cadena principal, se ordenan en orden alfabético, sin olvidar el número del carbono al que se encuentra unido.
3. Para nombrar a los compuestos se coloca primero los sustituyentes en orden alfabético, cada nombre y número estarán separados por un guion y se coloca al final el número en el cual se coloca el grupo hidroxilo seguido del nombre de la cadena de acuerdo al número de carbonos con la terminación "ol".

22



3-etil-3-heptanol

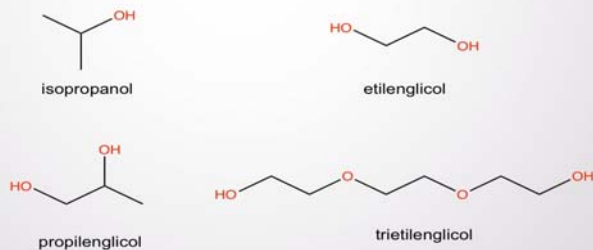


1-2-6-hexanotriol

Ejemplos de estructuras con el grupo funcional alcohol

Podemos mencionar al isopropanol un alcohol secundario es muy utilizado en la industria debido a sus características de evaporarse rápidamente y de remover impurezas en dispositivos electrónicos. En el caso de los glicoles estos compuestos también son muy importantes debido a su uso en la ingeniería como lubricantes plastificantes estabilizadores o desengrasantes de equipo industrial tal como se usa en las máquinas de perforación o de extracción.

23



Grupo Éter.

La forma común de nombrar a este grupo es: primero se escribe la palabra éter seguida de los radicales alquilo con terminación "ico", si hay dos grupos idénticos se utiliza el prefijo "di" y si son diferentes se nombran por orden alfabético.

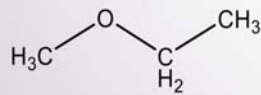
24

Radical	Estructura	Éter	Estructura
Etil	CH_3CH_2-	Dietílico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$
Propano	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$	Dipropílico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{H}_3$
Butil	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$	Dibutílico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
Benceno	C_6H_5-	Difenílico	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OC}_6\text{H}_5$

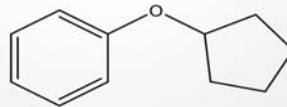
La nomenclatura IUPAC, recomienda las reglas siguientes según sea el caso.

1. Para el grupo alcohoxi, se toma como cadena principal la más larga de carbonos que imple, se agrega el prefijo "oxi". Ejemplo el metoxietano.
2. Se nombra a los éteres como derivados de dos grupos alquilo, ordenándolos alfabéticamente, agregando la palabra éter. Ejemplo el ciclopentil fenil éter.
3. En el caso de los éteres cíclicos, como son muy pocos los ejemplos que se tienen, estos regularmente se nombran de acuerdo a un nombre común, por ejemplo el anillo de 3 miembros con un oxígeno se llama oxirano, en el caso de un anillo de 4 miembros oxetano, de 5 tetrahidrofurano y de 6 pirano. Ejemplo el pirano.

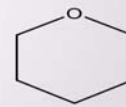
25



metoxietano



ciclopentil fenil éter



pirano

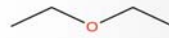
Ejemplos de estructuras con el grupo funcional éter.

Los éteres son compuestos muy importantes en la industria y en este apartado presentamos algunos de ellos.

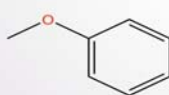
26



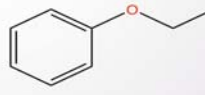
etil-metiléter



dietiléter



fenil-metiléter



etil-feniléter

Grupo aldehído

Los aldehídos se originan por efecto de la oxidación de los alcoholes primarios, por ejemplo el aldehído etanal, proviene de la oxidación del alcohol primario etanol, cuando el oxidante toma dos hidrógenos del etanol provocando que se rompa el enlace C-H, al ocurrir esto el oxígeno del etanol forma doble enlace con el carbono cumpliéndose la tetravalencia del carbono.

27

Compuesto	Estructura
Aldehído fórmico	HCHO
Aldehído acético	CH ₃ CHO
Aldehído propiónico	C ₂ H ₅ CHO
Aldehído butírico	C ₃ H ₇ CHO
Aldehído valérico	C ₄ H ₉ CHO

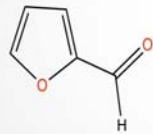
En la nomenclatura IUPAC, para nombrar al aldehído, se mantiene el nombre del alcano y se sustituye la terminación "ano" por aldehído.

28

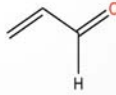
Alcano	Estructura	Compuesto	Estructura
Metano	CH ₄	Metanaldehído	HCHO
Etano	CH ₃ CH ₃	Etanaldehído	CH ₃ CHO
Propano	CH ₃ CH ₂ CH ₃	Propanaldehído	C ₂ H ₅ CHO
Butano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	Butanaldehído	C ₃ H ₇ CHO
Pentano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	Pentanaldehído	C ₄ H ₉ CHO

Ejemplos de estructuras con el grupo funcional aldehído.

Aun y cuando para los aldehídos en lo que la gente los asocia como compuestos empleados en la cosmetología, son compuestos muy ampliamente usados en la industria tales como el formaldehído, el furfural o la acroleína todo ellos compuestos usados en la fabricación de plásticos especiales que usa la industria.



Furfural



Acroleína



formaldéhido

29

Grupo Cetona.

Estos compuestos se obtienen a partir de la oxidación de alcoholes secundarios, al igual que los aldehídos, poseen en su estructura al sistema carbono carbonilo, la diferencia es que en las cetonas dicho grupo no posee enlaces con hidrogeno, de modo que está unido a otros dos carbonos mediante enlaces sencillos, el grupo carbonilo se encuentra entre estos dos radicales que constituyen la cadena hidrocarbonada. Ya que si se encuentra al inicio sería un aldehído.

Compuesto	Estructura
Acetona o 2-propanona	CH_3COCH_3
Metiletilcetona o 2-butanona	$\text{CH}_3\text{COC}_2\text{CH}_5$
Metilpropilcetona o 2-pentanona	$\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
Dipropilcetona o 4-heptanona	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

30

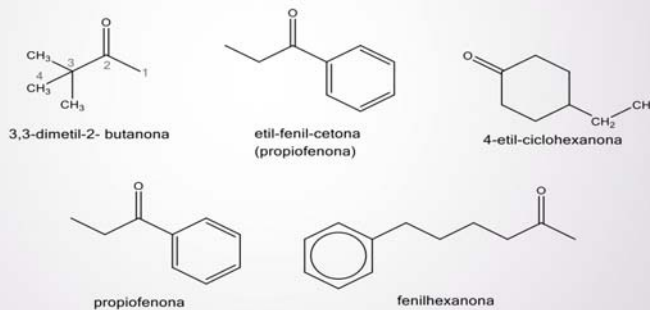
Nomenclatura IUPAC, para nombrar al grupo cetona, se mantiene el nombre del alcano que proviene, y la terminación “ano” cambia por la terminación “ona”.

Alcano	Estructura	Compuesto	Estructura
Propano	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	2-propanona	CH_3COCH_3
Butano	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	2-butanona	$\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$
Pentano	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	2-pentanona	$\text{CH}_3\text{COC}_3\text{H}_7$
hexano	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	2-hexanona	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COCH}_3$

31

Ejemplos de estructuras con el grupo funcional cetona.

Algunos de los compuestos de este grupo se usan para la formación de distintos productos como plásticos maleables o monómeros que serán usados para la fabricación de telas de uso industrial.

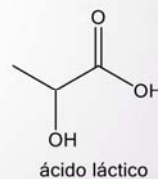
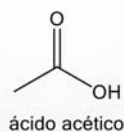
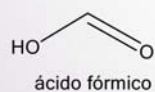


32

Grupo carboxilo.

Este grupo funcional tiene como característica que se compone a su vez de dos grupos funcionales, el grupo carbonilo y el grupo OH, que coinciden sobre el mismo carbono. Desde la antigüedad se conocen muchos de los ácidos carboxílicos y por lo tanto presentan nombres comunes como los ácidos fórmico, acético, esteárico, láctico, oleico, etc.

33



La nomenclatura que se usa y es la recomendada por la IUPAC, indica que los nombres de los compuestos se adquieren sustituyendo la terminación **-o** del correspondiente grupo alcano, agregando el sufijo **-oico** precedido de la palabra **ácido**. En la tabla 10 se ejemplifican algunos de estos compuestos.

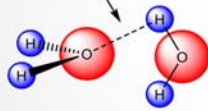
34

Alcano	Estructura	Compuesto	Estructura
Metano	CH ₄	Ácido metanoico	HCOOH
Etano	CH ₃ CH ₃	Ácido etanoico	CH ₃ COOH
Propano	CH ₃ CH ₂ CH ₃	Ácido propanoico	CH ₃ CH ₂ COOH
Butano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	Ácido butanoico	CH ₃ CH ₂ CH ₂ COOH
Pentano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	Ácido pentanoico	CH ₃ (CH ₂) ₃ COOH

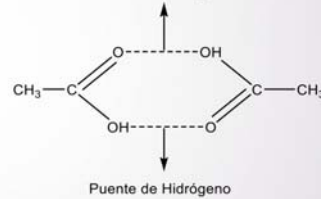
Puentes de hidrogeno.

Este grupo puede formar puentes de hidrogeno entre moléculas de la misma especie o incluso con el agua, por lo que los ácidos carboxílicos son muy solubles en este líquido.

Puente de Hidrógeno entre dos moléculas de agua



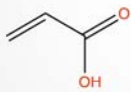
Puente de Hidrógeno



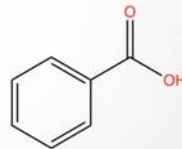
35

Ejemplos de estructuras con el grupo funcional Ácido carboxílico

Como ejemplos de ácidos carboxílicos que se usan en la industria son el ácido acrílico usado en la polimerización para la formación de poliacrilatos, otro ejemplo es el ácido benzoico compuesto ampliamente usado en la industria del alimento como un compuesto que impide la proliferación de bacterias o microorganismos.



ácido acrílico



ácido benzoico

36



Grupo Éster.

Los ésteres proceden de condensar ácidos carboxílicos con alcoholes ($R\text{-COO-R}'$) en donde el carbono carbonílico ($C=O$) proviene de un ácido carboxílico y el grupo alcohoxi ($-OR$) proviene de un alcohol. Los ésteres actúan como una función intermedia, se recurre a dos formas para nombrarlos, la primera deriva del ácido carboxílico, en la cual se selecciona la cadena más larga, se ubica la posición de los radicales alquilo y de forma alfabética se da el nombre de acuerdo al alcano con la terminación **-ato**. La otra forma procede del alcohol, en la cual se selecciona la cadena que tiene al carbono unido al oxígeno del alcoxi, al cual se enumera con el valor más bajo, se nombran en orden alfabético, seguidas por el nombre de la cadena principal con la preposición **"de"** y la terminación **"ilo"**.

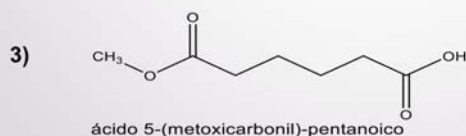
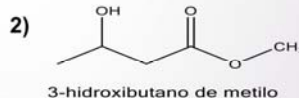
37

Ácido	Estructura	Compuesto	Éster
Metanoico		Metanoato de metilo	
Etanoico		Etanoato de metilo	
Propanoico		Propanoato de metilo	
Butanoico		Butanoato de metilo	
Pentanoico		Pentanoato de metilo	

Nomenclatura IUPAC, para el grupo Éster.

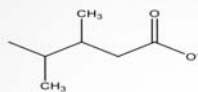
- Esta nomenclatura cambia la terminación **-oico** del ácido por **-oato**, finalizando con el nombre del alcano que está enlazado al oxígeno.
- Es un grupo funcional prioritario si existen aminas, alcoholes, aldehídos, nitrilos, amidas y haluros de alquilo.
- Si en el grupo éster existen, ácidos carboxílicos y anhídridos estos tienen prioridad, nombrándose como sustituyentes **"alcoxycarbonil"**.
- Cuando van unidos a un ciclo, se designa el ciclo como enlace principal y se emplea la terminación **-carboxilato** de alquilo para nombrarlo.

38

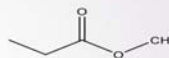


Ejemplos de estructuras con el grupo funcional éster.

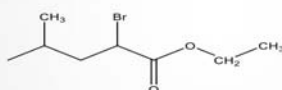
Los compuestos que se aprecian en las figuras, son compuestos usados en la industria para su uso comercial de cómo antisépticos, fibras semisintéticas o colorantes.



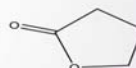
3,4-dimetilpentanoato



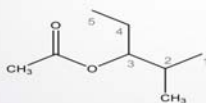
propanoato de metilo



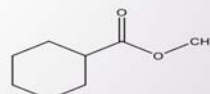
2-bromo-4-metilpentanoato de etilo



oxa-2-ciclopentanona



etanoato de 2-metil-3-pentilo



ciclohexanocarboxilato de metilo

39

Grupo nitrogenado Amina.

Este grupo es considerado derivado del amoniaco, estos se producen cuando se sustituyen uno o varios átomos de hidrogeno de la molécula del amoniaco ya sea por radicales alifáticos o radicales aromáticos, el nombre de las aminas se escribe anteponiendo el nombre del radical seguido por el termino amina, ejemplo la etilamina, si tiene dos o más radicales iguales se escribe el prefijo numeral (mono, di, tri o tetra) y el nombre del radical, para el caso de radicales distintos, primero se escribe en orden alfabético de acuerdo a los radicales que lo constituyen.

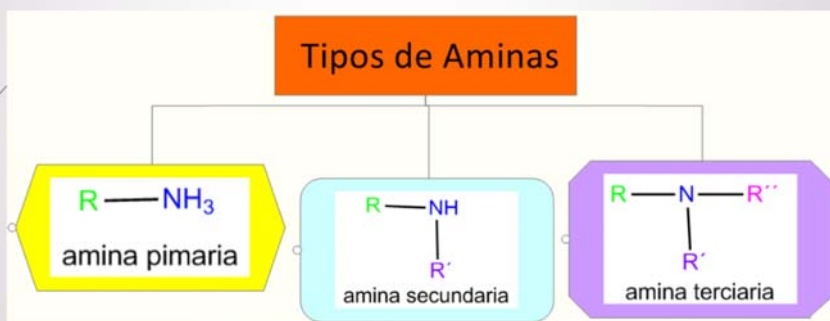
Alcano	Estructura	Compuesto	Estructura
Metano	CH ₄	metilamina	CH ₃ NH ₂
Etano	CH ₃ CH ₃	etilamina	CH ₃ CH ₂ NH ₂
Propano	CH ₃ CH ₂ CH ₃	propilamina	CH ₃ CH ₂ CH ₂ NH ₂
Butano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	Butilamina	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ NH ₂
Pentano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	Pentilamina	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ NH ₂

40

Clasificación de las Aminas.

De acuerdo a cuantos radicales se encuentren unidos al nitrógeno por algún radical, las aminas se clasifican como aminas primarias, aminas secundarias, aminas terciarias. En el caso de las aminas cuaternarias regularmente son iones y se clasifican como sales de amonio.

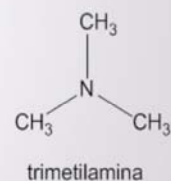
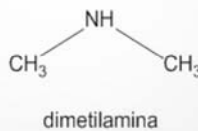
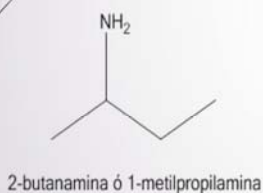
41



Nomenclatura IUPAC. Dependiendo del tipo de amina, primaria, secundaria, o terciaria.

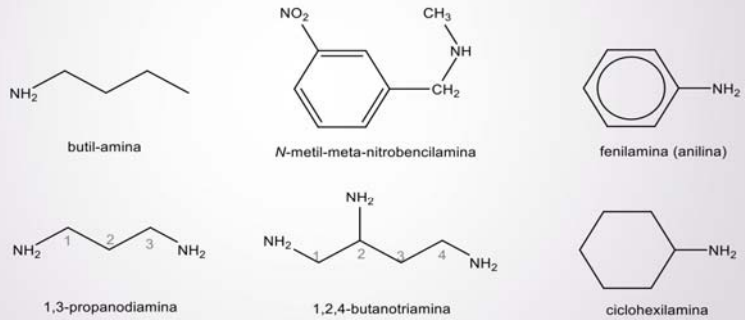
1. Aminas primarias. Ocurre cuando solo un sustituyente o grupo alquilo (R) está unido al nitrógeno.
2. Aminas secundarias y terciarias (simétricas). Se producen cuando se tienen dos grupos sustituyentes hidrocarbonados o grupos alquilo unidos al nitrógeno. Se nombran anteponiendo el prefijo di o tri y el sufijo -amina.

42



Ejemplos de estructuras con el grupo funcional amina.

En este tipo de compuestos para la ingeniería minera son extremadamente importantes debido a que se pueden usar como compuestos anticorrosivos o compuestos usados para la flotación de minerales.



43

Grupo Amida.

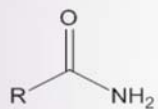
Se caracterizan principalmente por tener un átomo de nitrógeno con tres enlaces unido al grupo carbonilo. Por lo tanto se nombran como derivados de ácidos carboxílicos sustituyendo la terminación “-oico” por la terminación “amida”

Ácido	Estructura	Compuesto	Estructura
Etanoico		Etanamida	
Propanoico		Propanamida	
Butanoico		Butanamida	
Pentanoico		Pentanamida	

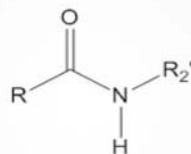
44

Clasificación de las amidas

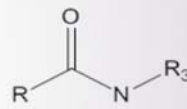
La IUPAC cataloga a las amidas de acuerdo a las cadenas de carbono unidas al nitrógeno en: amidas primarias si tienen una cadena de carbono, amidas secundarias si tiene dos cadenas de carbono y amidas terciarias en caso de tener tres cadenas, por lo tanto esto dependerá del número de sustituyentes unidos al átomo de nitrógeno.



a) amida primaria



b) amida secundaria

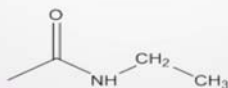


c) amida terciaria

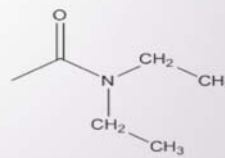
45



a) etanamida



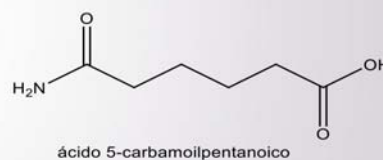
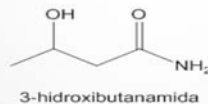
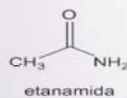
b) N-etil-etanamida



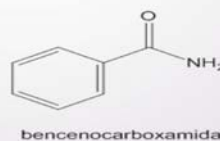
c) N,N-dietil-etanamida

Nomenclatura IUPAC, para las amidas.

1. Se nombran como derivadas de los ácidos carboxílicos, por lo tanto se sustituye la terminación -oico del ácido por el prefijo -amida.
2. el grupo amida es prioritario frente a: aminas, alcoholes, cetonas, aldehídos y nitrilos.
3. Si el grupo amida actúa como sustituyente, cuando existen en la molécula grupos prioritarios, entonces procede el nombre de la cadena principal y se nombran como -carbamoil.
4. Si el grupo amida va unido a un anillo hidrocarbonado, se nombra el ciclo como cadena principal y se utiliza la terminación - carboxamida.

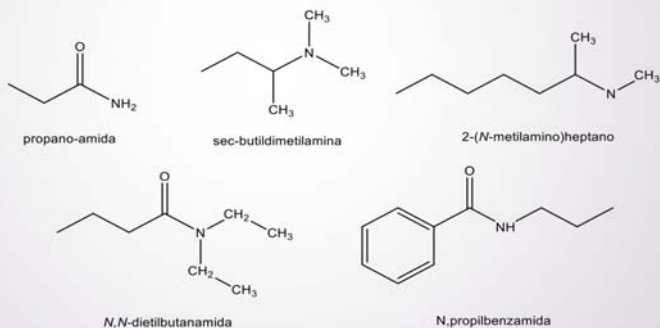


46



Ejemplos de estructuras con el grupo funcional amida

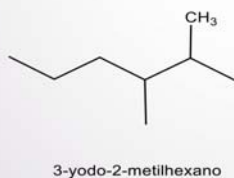
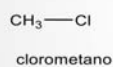
En las figuras se pueden observar compuestos comunes usados en la industria para la fabricación de textiles, compuestos con actividad farmacológica o la obtención de plásticos.



47

Grupo Halogenuros de alquilo o haluros

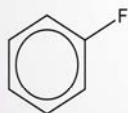
Son compuestos o cadenas hidrocarbonadas que se forman mediante la unión de uno o más elementos de los llamados halógenos (Cl, Br, I, F), los cuales ocupan, en la cadena principal, el lugar de un hidrógeno. La nomenclatura para estos compuestos y de acuerdo a lo que indica la IUPAC es la siguiente: primero se identifica el halógeno, para el caso del flúor, se le nombra "fluoro" y a los otros de acuerdo a su nombre, cloro, bromo, yodo, seguido del nombre del alcano.



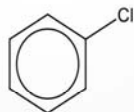
48

Arilos

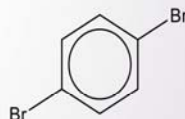
Un caso especial del grupo de los haluros son los clasificados con el nombre de Arilos, son compuestos aromáticos halogenados, en los cuales el halógeno sustituye a un hidrógeno, se representan en forma de anillos bencénicos, los cuales presentan una ramificación de un halógeno. Este caso presenta mono halogenados y poli halogenados los cuales se ejemplifica a continuación.



fluorobenceno



clorobenceno



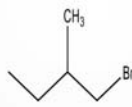
1,4-dibromobenceno

49

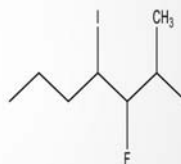
Ejemplos de estructuras del grupo funcional Halogenuros de alquilo o haluros.



2-fluorobutano



bromo-2-metilbutano



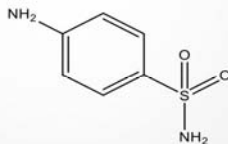
3-fluoro-4-yodo-2-metilheptano

50

Grupo del azufre, tioles, tioéter, sulfóxidos y sulfonas.

Una parte importante también dentro de los grupos funcionales son los compuestos con azufre (s) tales como los: los tioles, los tioéteres, los sulfóxidos y las sulfonas, en el caso de los sulfóxidos y las sulfonas son compuestos que se obtienen por el proceso de oxidación de los tioéteres.

51



4-aminobencenosulfonamida

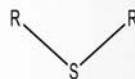
Grupo del azufre, tioles.

En el caso de que el azufre está ligado a un átomo de carbono y a uno de hidrogeno recibe el nombre de tior (mercaptano, -S), y cuando el átomo de azufre está unido a dos átomos de carbono alquílicos o arílicos se le llama tioéter (R-S-R'), en una cadena o sistema anular puede haber uno o más grupos -SH enlazados.

52



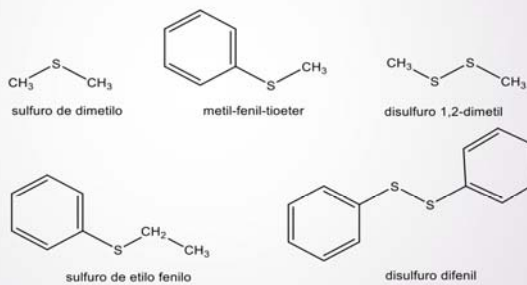
a) tior



b) tioéter

Grupo del azufre, tioéter.

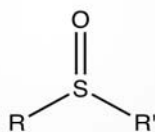
Para el caso de los tioéteres, de forma común se nombran con la palabra sulfuro y después los nombres de los grupos alquilo. En la forma IUPAC, se nombran anteponiendo el sufijo "tio" al nombre del alcano base.



53

Grupo del azufre, sulfóxidos.

En los sulfóxidos, el grupo que lo caracteriza por lo general también se le puede conocer como grupo sulfinilo, y consiste en la unidad S-O unida por un doble enlace, unido al carbono para completar su tetravalencia se pueden unir dos radicales alquilo o arilo (R y R').

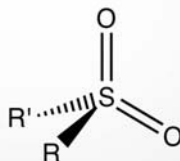


54

Grupo del azufre, sulfonas.

En caso de que el agente oxidante se encuentra en exceso, la reacción no se detiene en el sulfóxido, asta formar lo que se conoce como sulfonas, que es un compuesto que tiene enlazado en su estructura el radical sulfonilo, un azufre unido a dos oxígenos cada uno con un doble enlace, el radical, también unido a dos grupos alquilo o arilo (R y R'), su estructura o fórmula representativa es la siguiente.

55

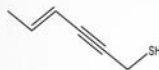


Ejemplos de estructuras con el grupo funcional tiol, sulfuros o tioéteres, sulfonas y sulfóxido.

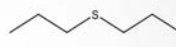
En este apartado presentamos diversas figuras, en donde se pueden apreciar compuestos comerciales usados en la industria y que son estructuras que contienen ya sea -éteres, sulfonas o sulfóxidos



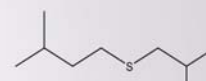
pent-2-ino-1-ol



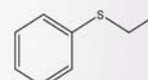
hex-4-en-2-ino-1-ol



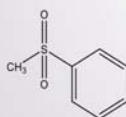
sulfuro de diisopropilo



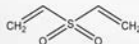
sulfuro de isobutil-isopentil



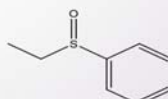
sulfuro de etil-fenil



fénil, metil-sulfona



divinilsulfona



etil fénil sulfóxido



dimetil sulfóxido

56

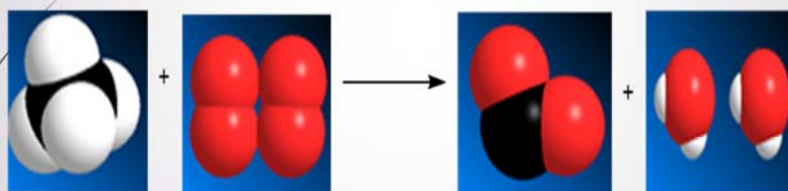
Reacciones por adición y por eliminación

57

Reacciones orgánicas

Para el caso de las reacciones orgánicas, en los procesos de transformación al menos uno de los compuestos que se transforman son compuestos orgánicos, por ejemplo, en la combustión de hidrocarburos para la generación de CO_2 , en este caso los enlaces C-H son rotos para luego formar otros con oxígeno.

58



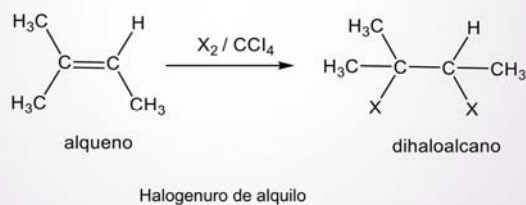
Reacción de combustión de metano

Reacciones de adición.

En este tipo de reacción, una molécula o compuesto reacciona con otra sustancia orgánica para formar un nuevo compuesto, quedando integrado por la suma de ambos compuestos, ejemplos de este tipo de reacción tenemos los siguientes.

1. Adición de alquenos.

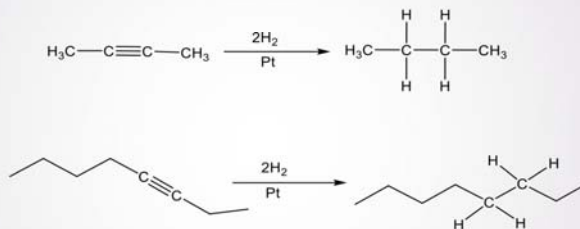
Sucede cuando a un doble enlace se le adiciona una molécula de halógeno (X= F, Br, Cl, I), dando como resultando un halogenuro de alquilo.



59

Reacción de hidrogenación de alquinos.

Se produce cuando a un triple enlace se le adicionan átomos de hidrogeno para la obtención de alcanos, con la ayuda de un catalizador (platino, Pt) para acelerar la reacción.

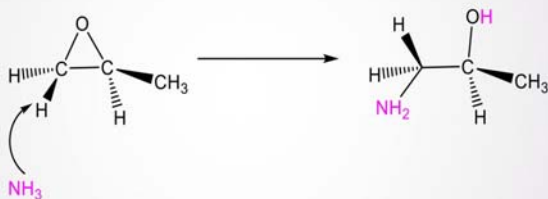


Reacción de hidrogenación de alquinos

60

Adición de aminas a epóxidos.

Se lleva a cabo con el proceso nucleofílico de una molécula de amonio, para la obtención de un amino alcohol.



61

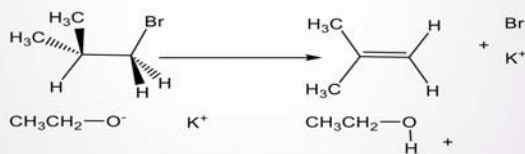
Reacción por adición de aminas a epóxidos

Reacciones de eliminación.

Se caracterizan básicamente por la sustracción de un átomo o de una parte de la molécula que se hace reaccionar, en esta reacción se utiliza un reactivo que se encarga de promover la ruptura de un enlace tenemos por ejemplo:

Reacción de deshidrohalogenación.

Al realizarse la reacción se forman alquenos a partir de un halogenuro (Br) de alquilo, la reacción es iniciada por una base muy fuerte como por ejemplo, el etóxido de potasio en etanol.

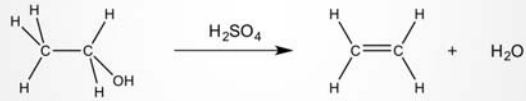


62

Reacción de deshidrohalogenación

Deshidratación de alcoholes.

Se caracteriza porque a partir de alcoholes en medio ácido aplicando calor se forman alquenos. De tal forma que al utilizar el ácido sulfúrico como catalizador para acelerar la reacción, el alcohol sale en forma de agua formándose el etileno.



63

Deshidratación de alcoholes

BIBLIOGRAFÍA.

- 1.- Gutiérrez, Mónica E. López Leticia. Arellano luz María. Ochoa Andrea. Química orgánica aprende haciendo... Ed. Pearson Educación. Primera edición 2009. México 2009, pp- 1-28, 119-162 y 183-199.
- 2.- Wade, Leroy. G. Química Orgánica. Volumen I. Ed. Pearson Educación de México, S. A. de C.V. Séptima edición 2012, México, pp-421-509.
- 3.- Wade, Leroy. G. Química Orgánica. Volumen II. Ed. Pearson Educación de México, S. A. de C.V. Séptima edición 2012, México, pp-807-979.
- 4.-Morrison Thornton Robert, y Neilson Boyd Robert. Química Orgánica. Ed. Addison Wesley Longman de México S.A. de C.V. Tercera edición 1998.Mexico, pp- 6-30 y 621-999.
- 5.- García Becerril María de Lourdes, Química I. Enfoque por competencias, Ed Mc Graw Hill. Segunda edición 2010. México, pp- 15-22 y 293-304.
- 6.- Universidad Tecnológica de México, Química I. Ed. ediciones universidad tecnológica de México, s.c. Segunda reimpresión.2000. México, pags.371
- 7.- Mateos Gómez José Luis. Química Orgánica. Ed. México. Universidad Nacional Autónoma de México. Quinta edición. México 1997, pp- 1-385.

8.- Yurkanis Bruice Paula. Fundamentos de Química Orgánica. Ed. Pearson Educación. Primera edición 2007. México 2007, pp- 45-66 y 261-275.

9.- McMurry. Química Orgánica. Ed. CENGAGE Learning Editores. Séptima edición 2008. México 2008, pp- 10-29, 599-667, 696-700, 751-754 y p16-919.

10.-Carrasco, Marco; Guevara, Edilberto. Efectos ambientales del uso del Metil Terc Butil Éter (MTBE) como oxigenante en la formulación de gasolinas. Revista INGENIERÍA UC, Venezuela. 2001, vol. 8, núm. 1, pp. 1-11.

11.- Karey A. Francis. Química Orgánica. Ed. McGRAW-HILL. Sexta edición 2006. México 2006, pp- 89-154, 234-247, 634-668, 675-669-713-719, 804-808, 920-926 y 978-980.

http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/pmgalo/06_Grupos_funcionales.pdf

<http://Ingenieria.de.las.Reacciones.Quimicas.by.vart.pdf>

<http://depa.fquim.unam.mx/QI/contenido/per8.htm>

<http://solventesindustrialesuni.blogspot.mx/>

<http://profesionseg.blogspot.mx/2007/12/usos-de-las-amidas.html>

http://www.findeen.de/metoxietano_aplicaciones.html

http://www.academia.edu/22442315/QU%C3%8DMICA_ORG%C3%81NICA_250

[EJERCICIOS RESUELTOS](#)