



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
(QUÍMICA)**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**LA REPRESENTACIÓN EN LÍNEAS DE MOLÉCULAS ORGÁNICAS.
UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA SU ENSEÑANZA EN EL NIVEL
MEDIO SUPERIOR**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
(QUÍMICA)**

P R E S E N T A:

MARÍA ISABEL DAMIÁN REYES

**TUTOR: DR. JOSÉ GUILLERMO PENIERES CARRILLO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

COMITÉ TUTOR:

**DR. ADOLFO EDUARDO OBAYA VALDIVIA
DR. BENJAMÍN VELASCO BEJARANO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO ENERO, 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Primeramente, a Dios por su infinito amor y múltiples bendiciones.

A mi madre Alicia Reyes y a mis hermanos Verónica Reyes, Guadalupe Damián y Rubén Damián quienes son mi apoyo, mi fuerza y motivación.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme la oportunidad de estudiar el Bachillerato, una Licenciatura y ahora también un Posgrado.

A mi amigo, quien fungió también como mi tutor en Licenciatura, a quien considero también parte de mi familia y ahora también Director de mi Tesis de Maestría, Dr. Guillermo Penieres.

A todos mis profesores de Posgrado por su guía, enseñanzas y aportaciones: Mtra. Ileana Prado, Dra. Sandy Pacheco, Dra. Margarita Flores, Dra. Rosario Moya y en especial al Dr. Adolfo Obaya por todo su apoyo como profesor, amigo y parte de mi Comité Tutor.

A mis compañeros y amigos de Maestría, quienes hicieron más divertida, interesante y enriquecedora esta experiencia: Mario Quintos, Citlali Ruíz, Marco Murrieta, Araceli Martínez y Lucila Giammatteo.

A mi amigo y compañero de vida, Miguel Sánchez, por su amor, paciencia y todo su apoyo en esta etapa profesional y sentimental.

A mis amigos Liliana Rubio, Daniel Torres y Armando Martínez por su apoyo y amistad incondicional a lo largo de casi una década.

A mis amigos y compañeros del laboratorio de Química Verde L-121: David Mendoza, Jocelyn Cuellar, Ricardo Luna, Alejandro Martínez, Ángeles Torres y Linda Moreno. En especial mención a mis queridas amigas y estudiantes Yarelli Casquero y Fernanda Baltazar por su enorme apoyo y acompañamiento durante esta linda etapa. Así como a mi amigo Christian Montiel por su apoyo y retroalimentación constante.

A mí Comité Tutor e integrantes del Sínodo por sus observaciones y retroalimentación para mejorar y enriquecer este trabajo: Dr. Benjamín Velasco, Mtra. Elva Martínez y Dr. Héctor García. También a los Coordinadores del programa Mtro. Rubén Mendoza y Mtra. Miriam Castillo por su apoyo incondicional durante mi trayecto en el Posgrado.

Al programa de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior por la oportunidad, así como al programa Becas del Centro de Estudios de Posgrado (CEP) por el apoyo financiero brindado.

A mis queridos estudiantes de Preparatoria, ciclo 2016 y 2017 Áreas I y II, por todas sus enseñanzas, alegrías y fortaleza brindadas, y por todo su cariño.

A todos ustedes, ¡Muchas gracias!

Dedicatorias

*Primeramente a Dios en agradecimiento por todo su amor e infinitas bendiciones,
y por guiarme por hermosos caminos.*

A mi Madre Alicia Reyes, por su fortaleza inspiradora y determinación. Por su lucha constante y amor incondicional. A mis hermanos por su amor y apoyo constante, en especial a mi amada hermanita Verónica.

*A mi querido Director de Tesis, profesor y amigo: Dr. Guillermo Penieres,
a quien lo tengo en gran estima y admiración.*

A mis queridos estudiantes de Preparatoria Ciclo 2016 y 2017, Áreas I y II, quienes han sido mi fuente de inspiración, motivación y fortaleza y a quienes quiero muchísimo.

*A todos mis profesores quienes han sido inspiración y motivación: Dr. Guillermo Penieres, Dra. Brígida Camacho, Dr. Enrique Ángeles, Dra. Claudia Briones, Mtra. Arcadia Hernández, Mtra. Verónica Altamirano Dra. Rosario Moya, Dr. Alfredo Obaya, Dr. Fernando Ortega, Dra. Sandy Pacheco, Dra. Marina Vargas y el Mtro. Juan Gómez, quienes me han enseñado y transmitido su amor a la Química.
Así como a mis profesores que han influenciado en mi académica y personal.*

*A mis amados amigos: Liliana Rubio, Daniel Torres y Armando Martínez, quienes me han apoyado y creído siempre en mí. Así como a mis queridas amigas y mentoras, Vania Hernández y Dra. Noelia Ceballos.
A mi compañero de vida Miguel Sánchez por su paciencia y amor constante.*

A todos mis compañeros docentes y queridos amigos: Israel Mendoza, Dayana Lozano, Mario Quintos, Liliana Camacho, Virginia Moreno, Olga Rocha, Delia Ortega, Karime García y Alfredo Maya, por su ardua labor y sincera amistad.

*Y a quienes ya no están, pero si en mente y corazón:
mi padre Rubén Damián,
mis abuelos Asunción Lucas y Antonio Reyes
y a quien partió muy joven pero que siempre estará presente en los corazones de sus compañeros y profesores, nuestra linda Casandra Mateos.*

Para todos ustedes ¡Con mucho cariño!

TABLA DE CONTENIDO

<i>Agradecimientos</i>	3
<i>Dedicatorias</i>	4
INTRODUCCIÓN	7
MARCO TEÓRICO	8
REPRESENTACIONES MOLECULARES EN QUÍMICA ORGÁNICA	8
Fórmula o estructura de Lewis	8
Estructuras desarrolladas	9
Estructuras semidesarrolladas	9
Estructuras condensadas	9
Fórmula molecular	9
Masa molecular relativa	10
REPRESENTACIÓN EN LÍNEAS DE MOLÉCULAS ORGÁNICAS	11
GRUPOS FUNCIONALES ORGÁNICOS	14
ALGUNOS TRABAJOS EDUCATIVOS RELACIONADOS A LA REPRESENTACIÓN EN LÍNEAS DE MOLÉCULAS ORGÁNICAS	15
JUSTIFICACIÓN	19
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	20
HIPÓTESIS	20
OBJETIVO GENERAL	20
Objetivos particulares	20
METODOLOGÍA	21
ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA REPRESENTACIÓN EN LÍNEAS DE MOLÉCULAS ORGÁNICAS	21
Secuencia didáctica	21
Material didáctico diseñado	21
Implementación de la estrategia	21
Materiales didácticos principales	24
EVALUACIÓN DE LA COMPRENSIÓN DE LAS REPRESENTACIONES EN LÍNEAS DE MOLÉCULAS ORGÁNICAS	26
Instrumento de evaluación	26
Aplicación del instrumento	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
Sección I: Conversión de estructuras semidesarrolladas a estructuras en líneas y de estructuras en líneas a estructuras semidesarrolladas	40

Sección II: Identificación de los átomos de carbono, hidrógenos y heteroátomos presentes en moléculas con representación en líneas	42
Sección III: Identificación de grupos funcionales presentes en moléculas orgánicas de uso común	46
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	51
ANEXOS: MATERIAL DIDÁCTICO	52
Sesión 1. Simbología de Lewis	52
Sesión 2. Tipos de enlace	53
Sesión 4. Representaciones Moleculares en Química Orgánica	54
Sesión 5. Nomenclatura de Hidrocarburos	56
Sesión 6. Nomenclatura de Hidrocarburos	57
Sesión 7. Grupos Funcionales Orgánicos	61
Sesión 8. Memorama de Grupos funcionales	63
Sesión 8 y 9. Grupos funcionales en nuestro entorno	65
Sesión 9. Diferentes Grupos funcionales compuestos de interés	68
Sesiones 3 y 10: Evaluación de la representación en líneas de moléculas orgánicas	70
REFERENCIAS	73

INTRODUCCIÓN

Saber Química significa aprender un lenguaje especializado, de forma que sea posible la comunicación mediante razonamientos, tanto de forma oral como escrita (lectura y escritura), con otros miembros que también utilizan y entienden esa área de conocimiento (Quilez Pardo, 2016). Para entender una determinada área de conocimiento se necesita dominar principalmente su vocabulario específico (Sutton, 2003): “*Todo profesor de ciencias es un profesor de lengua y toda clase de ciencias es una clase de lengua*”. (Quilez Pardo, 2016)

Quilez también expresa que los alumnos, además de aprender un vocabulario específico que dé sentido a las nuevas ideas, también deben de desarrollar determinadas formas de hablar y de escribir que les permitan comunicar la ciencia que están aprendiendo (Quilez Pardo, 2016).

La Química Orgánica es una rama de la Química que como tal posee un lenguaje y reglas especializados que deben dominarse para lograr su mejor aprovechamiento (Zaragoza Ramos, y otros, 2016). Este lenguaje y reglas son establecidas, por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, IUPAC por sus siglas en inglés (Zaragoza Ramos, y otros, 2016) (Villaseñor Díaz, y otros, 2013). Dicha organización precisa que cualquier forma de comunicación (incluyendo la Química) requiere que todos los participantes se entiendan entre sí (IUPAC, 2008).

Para llegar a dicho aprovechamiento y entendimiento, debe de existir previamente un proceso de enseñanza aprendizaje y, con mayor razón, tratándose de un nivel tan importante en la educación de México, como lo es la Educación Media Superior.

Chamizo e Izquierdo opinan que las habilidades de pensamiento científico se tienen que abordar en los cursos, laboratorios, libros de texto y otros recursos, para que nuestros estudiantes estén siendo preparados para realizar actividades de naturaleza científica (Chamizo & Izquierdo, 2007) (Chamizo J. A., 2017).

MARCO TEÓRICO

REPRESENTACIONES MOLECULARES EN QUÍMICA ORGÁNICA

La IUPAC define a la molécula como una entidad eléctricamente neutra que consta de más de un átomo ($n > 1$) (IUPAC, 2014). Las entidades moleculares son inherentemente tridimensionales, pero comúnmente se representan en medios bidimensionales como papel o pantallas de computadora. En química, la necesidad de implicar la verdadera arquitectura molecular tridimensional en medios bidimensionales ha dado lugar a una variedad de convenciones en el dibujo de estructuras (IUPAC, 2006).

Un diagrama de alguna estructura química se usa comúnmente como un medio de identificación, una forma para responder la pregunta implícita: "¿cuál es la estructura química de X?" (IUPAC, 2006).

Las representaciones de estructuras químicas han sido llamadas "el lenguaje de la química" (IUPAC, 2008) y se han observado desde el siglo pasado (Weininger, 1988), modificaciones en ellas (y por ende algunas de las reglas utilizadas) con el fin de ahorrar tiempo y espacio, hacer más eficientes dichas representaciones y de tal manera facilitar la comunicación entre los participantes (IUPAC, 2008).

En Química Orgánica se dispone de diferentes formas de representación bidimensional de moléculas (Klein, 2013). Entre las más utilizadas se encuentran las estructuras:

- De Lewis (desarrolladas),
- Semidesarrolladas,
- Condensadas,
- En líneas (zigzag), y
- La fórmula molecular

Todas ellas se describen en la sección subsecuente (a excepción de la representación en líneas, la cual tendrá su propia sección posteriormente). Sin embargo, no hay que pasar por alto que existen otras formas válidas de representar la estructura molecular, incluidas entre ellas: las proyecciones de Newman, Fischer, cuñas, entre otras (IUPAC, 2006).

Fórmula o estructura de Lewis

Es la representación molecular en la que los electrones de valencia se muestran como puntos colocados entre los átomos unidos de manera que un par de puntos representa dos electrones o un enlace covalente. Un enlace doble está representado por dos pares de puntos.

Los puntos que representan los electrones de la capa externa no unidos se colocan adyacentes a los átomos con los que están asociados, pero no entre los átomos. Los pares de electrones de enlace generalmente se denotan por líneas, que representan enlaces covalentes (IUPAC, 2014).

Ejemplo:



La ventaja de estas estructuras es que todos los átomos y los enlaces se muestran en forma explícita. Sin embargo, las estructuras de Lewis son cómodas esencialmente para moléculas pequeñas (Klein, 2013).

Estructuras desarrolladas

Básicamente son representaciones de Lewis, en las que generalmente se omiten los electrones sin compartir, es decir, aquellos que no forman parte de los enlaces en la molécula.

En la Ilustración 1 (a) se muestra la representación desarrollada del ibuprofeno, un fármaco utilizado como analgésico y antiinflamatorio (Esteller Martínez, Paredes García, Valmaseda Castellón, Berini Aytés, & Gay-Escoda, 2004).

Estructuras semidesarrolladas

En las estructuras semidesarrolladas (o parcialmente condensadas), los enlaces C–H no se dibujan en forma explícita. Este estilo de representación también es práctico solo para moléculas pequeñas con estructuras simples (Klein, 2013). En la Ilustración 1 b) se muestra la estructura semidesarrollada del ibuprofeno.

Estructuras condensadas

En las estructuras condensadas, no se dibuja ningún enlace. Los átomos se agrupan siempre que sea posible (Klein, 2013), tal y como se muestra para el ibuprofeno en la Ilustración 1 c).

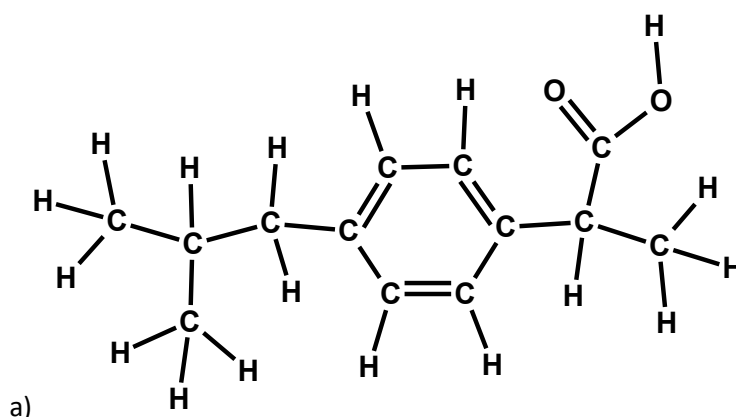
Fórmula molecular

Es una fórmula relacionada con la masa molecular relativa (IUPAC, 2014). Se expresa con los símbolos de los elementos presentes en el compuesto, ordenados alfabéticamente (con excepción de los átomos de carbono e hidrógeno que se colocan al inicio, en el orden mencionado) y con subíndices que indica la cantidad de átomos presentes en la molécula (Villaseñor Díaz, y otros, 2013).

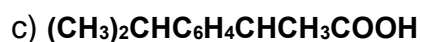
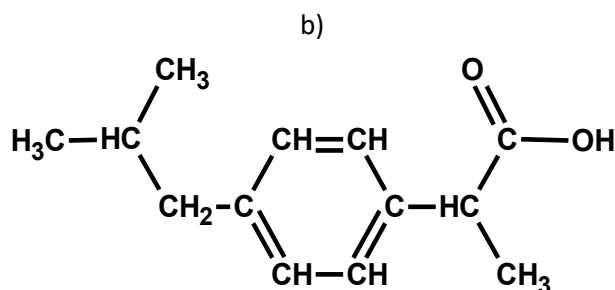
En la Ilustración 1 e) se muestra la fórmula molecular del ibuprofeno. Como la fórmula molecular solo indica el número de átomos de cada tipo presentes en el compuesto, no brinda información suficiente sobre las moléculas (Klein, 2013), como conectividad o grupos funcionales presentes.

Masa molecular relativa

Relación entre la masa de una molécula y la unidad de masa atómica unificada. Algunas veces se llama masa molecular o masa molar relativa (IUPAC, 2014).

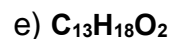
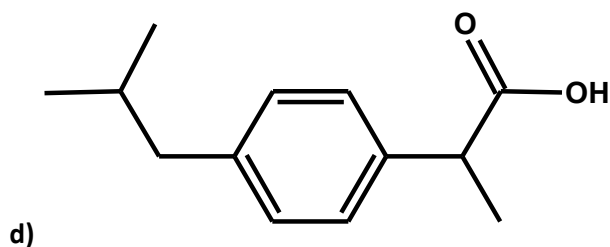


Estructura desarrollada del ibuprofeno



Estructura semidesarrollada del ibuprofeno

Estructura condensada del ibuprofeno



Estructura en líneas (zigzag)

Fórmula molecular

Ilustración 1. Representaciones moleculares del ibuprofeno.

REPRESENTACIÓN EN LÍNEAS DE MOLÉCULAS ORGÁNICAS

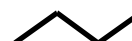
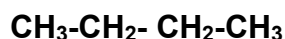
Las representaciones anteriores, como ya se ha mencionado, muestran algunas desventajas: las fórmulas moleculares no aportan información suficiente, las estructuras de Lewis llevan demasiado tiempo para dibujar, y las estructuras semidesarrolladas y condensadas son apropiadas básicamente para moléculas relativamente simples, debido a que, para moléculas más grandes, estas representaciones se vuelven complejas y aglomeradas (Rios & French, 2011). Para afrontar dichos inconvenientes, en Química Orgánica se ha desarrollado un estilo de esquematización más eficiente. Esta forma de representación se utiliza para dibujar moléculas en un menor tiempo, son más fáciles de leer y centran nuestra atención en los centros reactivos de las moléculas (Klein, 2013).

Este tipo de gráficos suelen nombrarse como “representaciones o estructuras en líneas”. En ellas, los átomos de carbono no se dibujan explícitamente. Las estructuras en líneas se dibujan en zigzag, donde cada inicio, fin y vértice (quiebre) representa implícitamente un átomo de carbono. Las líneas en sí, representan los enlaces carbono-carbono. Los átomos de hidrógeno unidos a los átomos de carbono tampoco se dibujan en estas representaciones, ya que implícitamente cada átomo de carbono posee los átomos de hidrógeno suficientes para completar su tetravalencia (un total de cuatro enlaces) (Klein, 2013). En la Ilustración 2 muestran como ejemplos, las representaciones semidesarrolladas y en líneas del propano y del butano, algunos de los hidrocarburos más sencillos.



Representación semidesarrollada del propano

Representación en líneas del propano



Representación semidesarrollada del butano

Representación en líneas del butano

Ilustración 2. Representaciones semidesarrollada y en líneas del propano y butano.

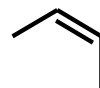
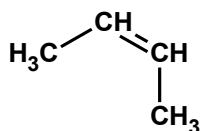
Los enlaces dobles se dibujan con dos líneas y los triples, con tres líneas. Los enlaces triples se dibujan en forma lineal en lugar de hacerlo en zigzag, debido a que los enlaces de este tipo involucran átomos de carbono con hibridación sp , por lo que tienen una geometría lineal (Klein, 2013). Los dos carbonos de un enlace triple y los dos carbonos adyacentes a ellos, se dibujan de manera lineal como se muestra en la Ilustración 3. Los carbonos posteriores se dibujan en zigzag.

En la Ilustración 3 se muestran ejemplos de la forma de representar moléculas orgánicas con enlaces dobles.



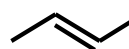
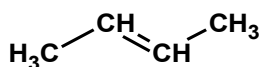
Representación semidesarrollada del propeno

Representación en líneas del propeno



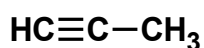
Representación semidesarrollada del *cis*-2-buteno

Representación en líneas del *cis*-2-buteno



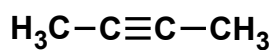
Representación semidesarrollada del *trans*-2-buteno

Representación en líneas del *trans*-2-buteno



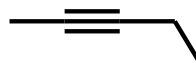
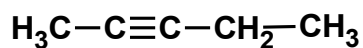
Representación semidesarrollada del propino

Representación en líneas del propino



Representación semidesarrollada del 2-butino

Representación en líneas del 2-butino



Representación semidesarrollada del 2-pentino

Representación en líneas del 2-pentino

Ilustración 3. Ejemplos de la representación semidesarrollada y en líneas de alquenos y alquinos.

En cuestión de los compuestos orgánicos que contienen heteroátomos (átomos distintos a carbono e hidrógeno como lo son: nitrógeno, oxígeno, fósforo, azufre, halógenos y otros), estos átomos si se dibujan en las representaciones en líneas; a su vez, también se trazan de manera explícita, los hidrógenos que se encuentran unidos directamente a ellos (Cerón Luna, Arroyo-Carmona, Aguilar-Garduño, González-Vergara, & Pérez-Benítez, 2013), como se muestra en algunos ejemplos en la Ilustración 4 como el etanol y la trimetilamina.

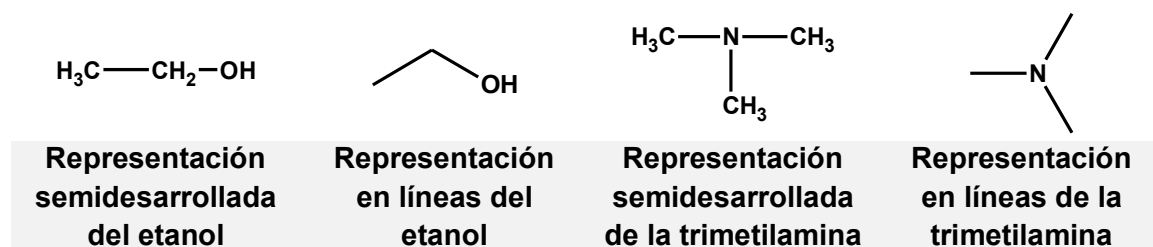


Ilustración 4. Representación en líneas de compuestos con heteroátomos

La IUPAC publicó en el año 2006, recomendaciones para la “Representación Gráfica de Configuración Estereoquímica” las cuales fueron realizadas y dirigidas principalmente para las representaciones en líneas, trabajo en el que dichas representaciones son nombradas como el “formato bidimensional estándar” (IUPAC, 2006). Posteriormente, la misma organización presentó nuevas recomendaciones en este formato (IUPAC, 2008).

Desde 1979 la IUPAC ya empleaba en sus artículos, estructuras en líneas para representar moléculas orgánicas (o fracciones de ellas). Sin embargo eran mayormente empleadas para los sistemas cíclicos (alifáticos, aromáticos y no aromáticos) (IUPAC, 1979) (IUPAC, 1995) (IUPAC, 1996).

Se han utilizado diferentes nombres para las estructuras en líneas de moléculas orgánicas tales como: estructuras de líneas de enlace (Klein, 2013) (Rios & French, 2011), enlace-línea (Villaseñor Díaz, y otros, 2013), “formato bidimensional estándar”. (IUPAC, 2006) (IUPAC, 2008). Hace tiempo también fue llamada proyección zigzag que, con cierta relación a la proyección de cuñas (IUPAC, 1996), sus definiciones y convenciones sufrieron modificaciones y adaptaciones (IUPAC, 2006).

Quilez Pardo menciona en su trabajo que, en algunas ocasiones, los significados de algunos términos químicos han experimentado una evolución a lo largo de la historia o poseen distintos significados, dependiendo del contexto científico específico en el que se empleen (Quilez Pardo, 2016).

La misma IUPAC comenta que, históricamente, las diferentes convenciones para la representación de la configuración química han causado confusión entre los profesionales de esta disciplina, motivo por el cual proporcionó las ya mencionadas recomendaciones para la representación molecular en la década pasada (IUPAC, 2006) (IUPAC, 2008).

Por último, no hay que olvidar que cualquier representación de un objeto tridimensional en una superficie bidimensional requerirá cierto nivel de distorsión (IUPAC, 2006), y los problemas asociados con la comunicación de la información tridimensional en medios bidimensionales, no son únicos en la química.

GRUPOS FUNCIONALES ORGÁNICOS

Un grupo funcional es definido como un grupo de átomos unidos entre sí y que definen las propiedades físicas y químicas de las moléculas que los contienen. Existen numerosos grupos funcionales orgánicos. La IUPAC ha presentado un listado de los compuestos orgánicos e intermediarios reactivos basados en su estructura (IUPAC, 1995) (IUPAC, 2015-2019). Los grupos funcionales orgánicos mayormente empleados en la enseñanza de cursos de bachillerato se presentan a continuación en la Ilustración 5.

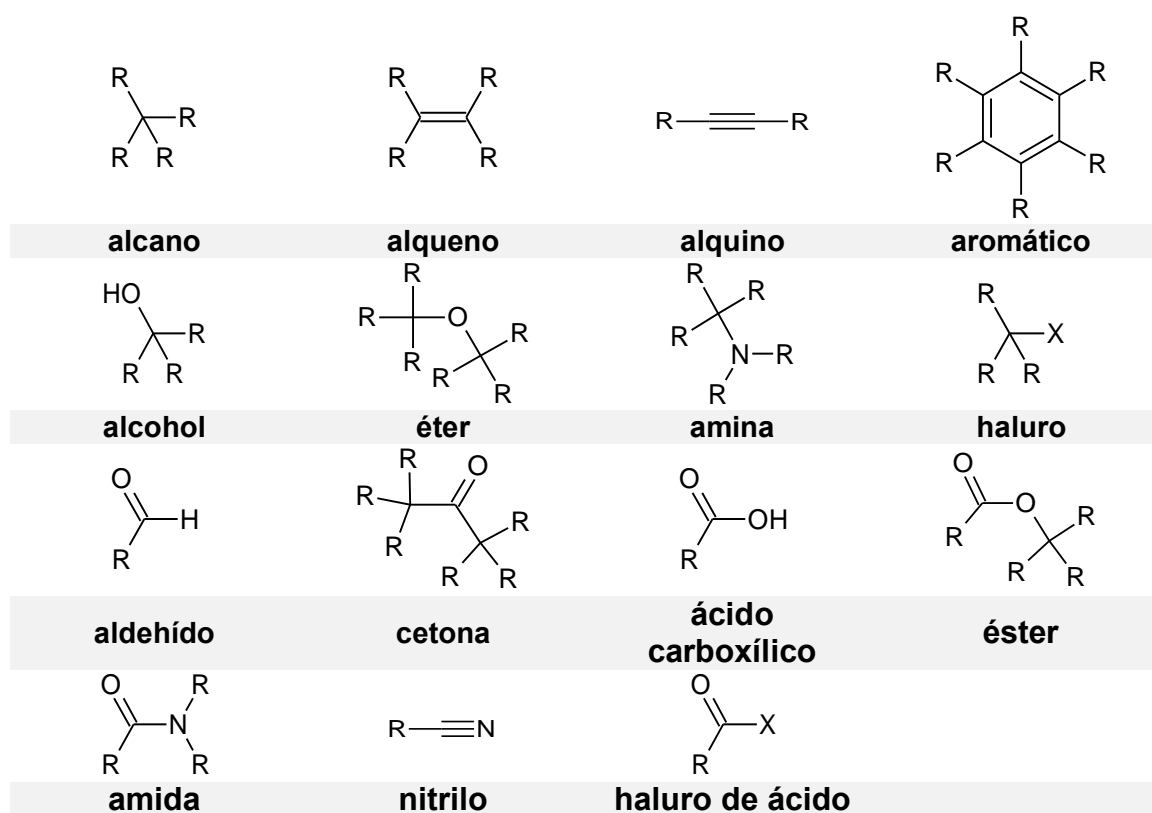


Ilustración 5. Grupos funcionales orgánicos comunes.

Nota: Entiéndase como R un sustituyente que puede ser un átomo de hidrógeno o un átomo de carbono con sus respectivos sustituyentes.

ALGUNOS TRABAJOS EDUCATIVOS RELACIONADOS A LA REPRESENTACIÓN EN LÍNEAS DE MOLÉCULAS ORGÁNICAS

Zaragoza y colaboradores presentaron una estrategia de enseñanza-aprendizaje, en ella se realizó una actividad didáctica en estudiantes de bachillerato, en una preparatoria en México, para ayudar a la asimilación de algunos grupos funcionales orgánicos y su nomenclatura, con resultados parcialmente satisfactorios (Zaragoza Ramos, y otros, 2016).

La estrategia consistió en una exposición en equipo por parte de los estudiantes, sobre un grupo funcional orgánico asignado y la representación de moléculas con esferas de unicel, estrategia seguida de una evaluación mediante rúbrica y una prueba escrita que se muestra en la Ilustración 6. En esta prueba se puede observar que Zaragoza y colaboradores, utilizan las estructuras semidesarrolladas y en líneas, como formas de representación molecular.

Por otra parte, Villaseñor y colaboradores diseñaron una prueba escrita para determinar la comprensión por los estudiantes de licenciatura del área de Ciencias Biológicas y de la Salud en una universidad mexicana, con estudiantes que previamente habían cursado asignaturas de Química Orgánica (Villaseñor Díaz, y otros, 2013).

La prueba constaba de veinte moléculas representadas en líneas, cada una con diferente grupo funcional principal. Únicamente se evaluaba la capacidad del sustentante de calcular la correspondiente fórmula molecular de cada molécula presentada, como índice de la comprensión de las estructuras en líneas (Ilustración 7).

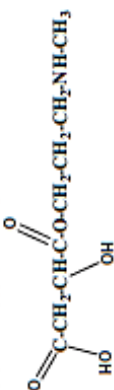
Anexo 2. Examen departamental de Química II

Cada reactivo tiene un valor de 4.55 puntos

- I. Relaciona el nombre de cada grupo funcional con su fórmula general.

- Alcoholes () R-COOH
- Halogenuros de Alquilo () R-X
- Esteres () R-COOR'
- Aldehídos () R-COOH
- Ácidos carboxílicos () R-CHO
- Salés orgánicas () R-OH

- II. La siguiente imagen representa al ácido 3,4-dihidroxi-4-(3-metilamino)propil)-4-oxobutanoico. ¿Qué grupos funcionales ésta molécula?



- a) Amina, alcohol, ácido carboxílico, cetona
 b) Amina, alcohol, ácido carboxílico, éster
 c) Alcohol, éster, cetona, amina
 d) Alcohol, cetona, amida, éster

- III. ¿Cuál es el nombre IUPAC de los siguientes compuestos?

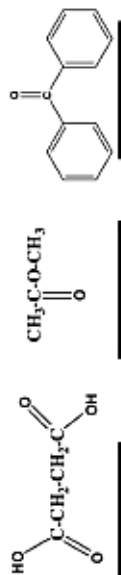
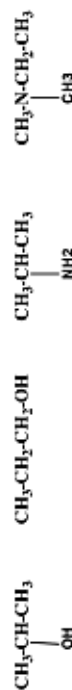
Compuesto	Opciones
	a) 2-metilhexan-4-ona b) etil-butil-cetona c) etil-terbutil-cetona d) 5-metilhexan-3-ona
	a) Ácido-2,4-dimetilhexanoico b) Ácido-3,5-dimetilhexanoico c) 3,5-dimetilhexanal d) 3,5-dimetilhexan-1-ona
	a) 3-amino-5-isopropil-5-metilhexanoico b) 4-amino-2-3-isopropil-2-metilhexanoico c) 3-amino-5,5,6-trimetil-heptanoico d) 5,5,6-trimetil-heptanoamida
	a) Ácido-3-amino-3,5-dimetil-4-propilhexanoico b) 3-amino-3,4-dimetil-4-propilhexanal c) 3-amino-4-etil-3,4-dimetilhexanal d) Ácido-3-amino-3,5,5,4-trimetilhexanoico
	a) Etil-butil-cetona b) Ectano de terbutilo c) Ácido etil-butilico d) 4,4-dimetilheptan-2-ona

- IV. Relaciona las siguientes columnas correctamente.

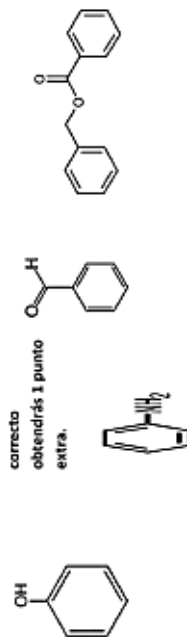
- Son compuestos orgánicos que poseen un metal y se pueden ionizar. () Aminocidos
() Aldehidos
() Aminas
- Se obtienen a partir de la oxidación de un alcohol secundario. () Aminas
() Aldehidos
- Se obtienen a partir de la oxidación de un aldehído. () Ácido carboxílico
() Alcoholes
- Son derivados del amoníaco () Sales orgánicas
() Ninguno
- Son monómeros que firman proteínas cuando se unen varios de ellos. () Sales orgánicas
() Ninguno
- Poseen una parte hidrofóbica (los carbonos) y una parte hidrofílica (grupo hidroxilo) () Sales orgánicas
() Ninguno

- V. De los siguientes compuestos elige uno que pertenezca a las siguientes clasificaciones y ponlo debajo de la figura.

- a) Alcohol primario
 b) Amina terciaria
 c) Ácido dicarboxílico
 d) Cetona aromática



- VI. A continuación se muestran algunas moléculas orgánicas. Asigna el nombre a cada estructura. Por cada nombre correcto obtendrás 1 punto extra.



Referencias

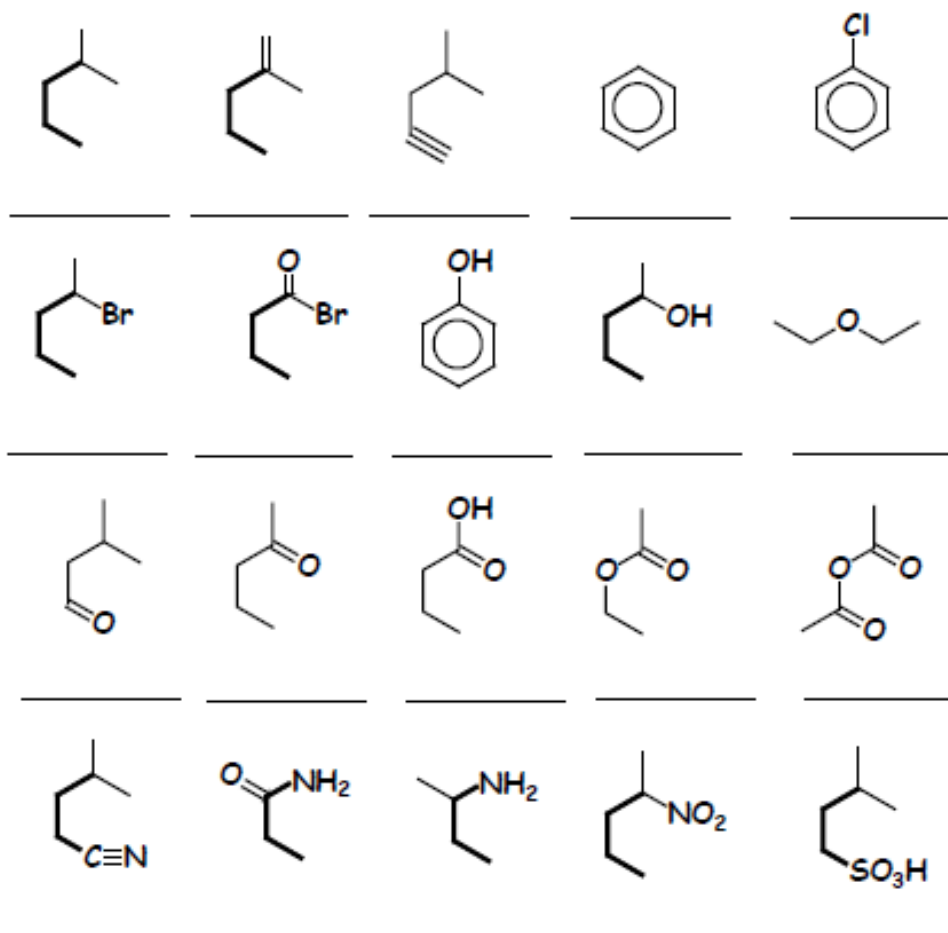
Gavilán, L., Cano, S. y Aburto, S. (2013). Dise

NOMBRE DEL ALUMNO: _____

TRIMESTRE: _____ UEA: _____

GRUPO: _____ FECHA: _____

Debajo de cada una de las 20 representaciones moleculares enlace-línea, escribe su fórmula molecular la cual se expresa por los símbolos de los elementos presentes (en el orden: carbono hidrógeno y el resto en orden alfabético), con un subíndice que indica el número de átomos presentes de cada elemento.



Ácidos carboxílicos, ácidos sulfónicos, alcanos, alcoholes, aldehidos, alquenos, alquinos, amidas, aminas, anhídridos de ácido, cetonas, ésteres, éteres, fenoles, halogenuros de acilo, halogenuros de alquilo, halogenuros de arilo, hidrocarburos aromáticos, nitrilos, nitrocompuestos.

Ilustración 7. Prueba escrita realizada por Villaseñor y colaboradores (Villaseñor Díaz, y otros, 2013).

Ríos y French realizaron la presentación de estructuras orgánicas en líneas, en un curso de Biología para estudiantes de educación secundaria en Estados Unidos (Ríos & French, 2011). En ella implementaron una actividad utilizando compuestos con olor (Ilustración 8) para mostrar la conexión entre la química y la biología y, a su vez, ayudar a los estudiantes a familiarizarse con la naturaleza simbólica de las estructuras en líneas.

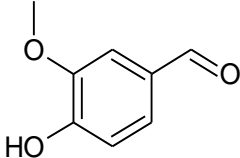
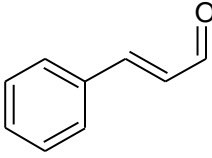
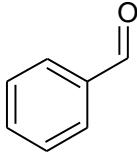
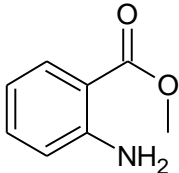
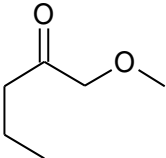
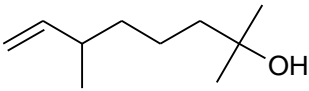
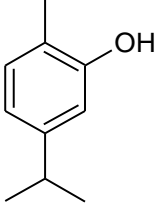
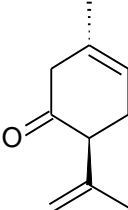
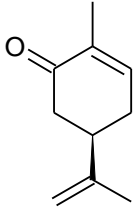
Aldehídos			
	Vainillina Olor a vainilla	Cinamaldehído Olor a canela	Benzaldehído Olor a almendras
	Ésteres		
Antranilato de metilo Olor a uva		Butirato de etilo Olor a piña	Acetato de isoamilo Olor a banana
Alcoholes y fenoles			
	Dihidromircenol Olor a lima	Carvacrol Olor a orégano	Timol Olor a tomillo
	Cetonas		
L-mentona Olor a menta		(<i>R</i>)-carvona Olor a menta verde	Frabinona Olor a frambuesa

Ilustración 8. Algunos de los compuestos empleados en la actividad de Ríos y French, en un curso de Biología (Ríos & French, 2011).

JUSTIFICACIÓN

Las estructuras en líneas para moléculas orgánicas (conocidas también como estructuras zigzag), son actualmente las representaciones más empleadas en los ámbitos académico, científico y profesional modernos (Rios & French, 2011) relacionados a la Química Orgánica y asignaturas afines (Klein, 2013).

Estas representaciones tienen como ventaja que se realizan rápidamente, se leen con facilidad y centran nuestra atención en los centros reactivos de las moléculas. (Klein, 2013) Incluso, las recomendaciones de la IUPAC sobre las representaciones de moléculas orgánicas son principalmente hechas en y para las representaciones en líneas (IUPAC, 2008) (IUPAC, 2006).

Esto implica que la enseñanza-aprendizaje de las representaciones en líneas de los compuestos orgánicos sea de gran importancia en la formación terminal de los estudiantes del Nivel Medio Superior, y que es el objetivo de este trabajo.

Entre las características de las planeaciones didácticas recientes que no son tradicionalistas, se encuentran que: el estudiante debe dominar ciertas destrezas, habilidades o competencias (saber hacer) y que lo que se aprenda, se pueda utilizar para posteriores situaciones en la vida diaria (Zaragoza Ramos, y otros, 2016)

En la última década se ha marcado una tendencia en el uso de recursos lúdicos en las actividades de enseñanza-aprendizaje para facilitar la adquisición de nuevos conocimientos en todos los niveles educativos y de manera importante en la enseñanza de las ciencias experimentales como la Química (Zaragoza Ramos, y otros, 2016).

Trabajos como los presentados en la sección anterior, muestran el uso de las representaciones en líneas de moléculas orgánicas, pero no muestran como llevar a cabo la construcción de dichas estructuras y el cómo ayudar a los estudiantes en su comprensión y asimilación. Bajo este contexto, se desarrolló e implementó una estrategia didáctica diseñada para estudiantes del Nivel Medio Superior, sobre las representaciones en líneas.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

HIPÓTESIS

Si se desarrolla e implementa una estrategia didáctica atractiva y adecuada para estudiantes del Nivel Medio Superior, entonces ellos serán capaces de comprender y asimilar las estructuras en líneas como forma de representación molecular de compuestos orgánicos.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar e implementar una estrategia didáctica para la comprensión y asimilación de las estructuras en líneas de moléculas orgánicas, en estudiantes del Nivel Medio Superior.

Objetivos particulares

- Diseñar una estrategia didáctica que ayude a estudiantes de bachillerato en la comprensión y asimilación de las representaciones en líneas de moléculas orgánicas.
- Elaborar el material didáctico para dicha estrategia, iniciando la secuencia didáctica desde la enseñanza de las estructuras de Lewis hasta la representación en líneas de los grupos funcionales orgánicos.
- Aplicar la estrategia desarrollada en al menos dos grupos de estudiantes del Nivel Medio Superior.
- Evaluar el nivel de comprensión de los estudiantes sobre las representaciones en líneas, de manera previa y posterior a la ejecución de la estrategia.
- Determinar el nivel de aprendizaje logrado por cada estudiante y de manera grupal, utilizando la Ecuación de Hake como parámetro de aprendizaje.

METODOLOGÍA

ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA REPRESENTACIÓN EN LÍNEAS DE MOLÉCULAS ORGÁNICAS

Secuencia didáctica

En la Tabla 1 se muestra la secuencia didáctica desarrollada para la enseñanza-aprendizaje de las representaciones en líneas de moléculas orgánicas.

Dicha estrategia está conformada por un total de diez sesiones de cuarenta y cinco minutos cada una y de las cuales dos de ellas se utilizaron para la aplicación del examen previo y final.

Material didáctico diseñado

El material didáctico elaborado para las actividades en la estrategia didáctica se presenta en la sección de anexos de manera ampliada para su mejor observación.

Como caso particular, y por ser los materiales pilares de esta estrategia, en las Ilustraciones 9, 10 y 11 se muestran los materiales didácticos empleados en la sesión 4: “Representaciones Moleculares” y en la sesión número 8: “Memorama” y “Muestras cotidianas” (estos dos últimos se muestran en la “versión armada”, que se requiere realizar de manera previa por el profesor).

Implementación de la estrategia

La estrategia didáctica se implementó en dos grupos de estudiantes de sexto semestre de bachillerato, en una escuela particular al Norte del Estado de México. El ciclo escolar de los dos grupos de estudiantes en los que se intervino, constituía su orientación terminal disciplinar, uno en Área I (Ciencias e Ingenierías) y el otro en Área II (Ciencias Biológicas y de la Salud).

El promedio de edad del grupo de Área I fue de 17 ± 0.3 años, con una población de 24 estudiantes (79.2% de género masculino y 20.8% femenino). El promedio de edad del grupo de Área II fue de 17 ± 0.4 años, con una población de 30 estudiantes (80.0% de género femenino y 20.0% masculino).

Tabla 1. Secuencia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la representación en líneas de moléculas orgánicas

Sesión (40 min)	Apertura	Desarrollo	Cierre	Material
Simbología de Lewis para elementos y compuestos				
1	Enseñanza por parte del profesor sobre los símbolos de Lewis en átomos,	Realización de ejercicios por parte de los estudiantes sobre símbolos atómicos de Lewis. Enseñanza de la elaboración de las estructuras de Lewis para compuestos.	Elaboración por parte de los estudiantes de estructuras de Lewis de moléculas.	Pizarrón, plumones Material didáctico 1 (Partes 1 y 2) Anexo Sesión 1 Simbología de Lewis.
Tipos de enlace químico				
2	Descripción por el profesor, de los tipos de enlace a partir del tipo de átomos unidos entre sí.	Identificación de los tipos de enlace presentes en las estructuras moleculares elaboradas en la sesión anterior.	Enseñanza de interacciones moleculares y su relación con las propiedades físicas de la materia.	Pizarrón, plumones Material didáctico 1 (parte 2)
Examen previo sobre la representaciones en líneas				
3	Aplicación del examen diagnóstico sobre la representación en líneas de moléculas orgánicas. (Mismo examen a emplear en la evaluación final.)			Examen escrito (Anexo 9)
Química Orgánica: Hidrocarburos y representaciones moleculares				
4	Introducción por el profesor, sobre Química Orgánica y la clasificación de hidrocarburos.	Enseñanza de representaciones moleculares más empleadas en Química Orgánica para los primeros alcanos.	Complementación por parte de los estudiantes, de las estructuras o fórmula molecular faltantes de los alcanos presentes en el material 2 parte 1.	Pizarrón, plumones Material 2 Parte 1 (Anexo 2)
Nomenclatura de alcanos				
5	Explicación por el profesor sobre los sustituyentes alquílicos.	Complementación por parte de los estudiantes, de las estructuras o fórmula molecular faltantes de los sustituyentes. Enseñanza de las reglas generales de nomenclatura para alcanos sustituidos, con ejercicios de la serie.	Continuación por los estudiantes de la serie de ejercicios sobre nomenclatura y representación orgánica (primera parte).	Pizarrón, plumones Material 2 Parte 2 Material 3 Parte 1 (Anexos 2 y 3)

Tabla 1 (continuación). Secuencia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la representación en líneas de moléculas orgánicas

Nomenclatura de alquenos, alquinos y aromáticos				
6	Enseñanza por el profesor de las reglas generales de nomenclatura de alquenos y alquinos con ejercicios de la serie.	Enseñanza por el profesor de las reglas generales de nomenclatura de compuestos aromáticos (arenos) con ejercicios de la serie.	Continuación por los estudiantes de la serie de ejercicios sobre nomenclatura y representación orgánica (segunda parte).	Pizarrón, plumones Material 2 Parte 3 Material 3 Parte 2 (Anexo 3)
Grupos funcionales con heteroátomos				
7	Presentación por parte del profesor de grupos funcionales con heteroátomos.	Elaboración por parte de los estudiantes de la representación general en líneas de los grupos funcionales a partir de las estructuras semidesarrolladas.	Investigación general por parte de los estudiantes sobre los sufijos de los grupos funcionales.	Pizarrón, plumones Material 4 (Anexo 4)
8	Juego de memorama de grupos funcionales con equipos de máximo 4 estudiantes.	Asignación por equipo de dos muestras de artículos de uso común con la representación en líneas respectiva del compuesto orgánico contenido.	Determinación por parte de los estudiantes, de los grupos funcionales presentes en las dos muestras, con base a su estructura.	Pizarrón, plumones Materiales 5 y 6 (Anexos 5 y 6)
9	Cálculo por parte de los estudiantes de la fórmula molecular y estructuras semidesarrolladas de compuestos de uso común en su entorno	Presentación con diapositivas de moléculas orgánicas de sustancias de uso común con varios grupos funcionales.	Identificación por parte de los estudiantes de los grupos funcionales contenidos en dichas moléculas.	Pizarrón, plumones Proyecciones 3, 4 y 5 Materiales 7 y 8 (Anexos 7 y 8)
Examen posterior sobre la representaciones en líneas				
10	Aplicación del examen final sobre la representación en líneas de moléculas orgánicas. (Mismo examen empleado en la evaluación inicial.)			Examen escrito (Anexo 9)

Materiales didácticos principales



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTTLÁN
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR EN QUÍMICA



Realizado por: Q. María Isabel Damián Reyes.

⊕ Instrucciones: Completa las estructuras faltantes de la siguiente tabla.

TABLA 1. REPRESENTACIONES MOLECULARES UTILIZADAS EN QUÍMICA ORGÁNICA						
Número de carbonos	Fórmula molecular (C _n H _{2n+2})	Nombre	Estructura de Lewis (fórmula desarrollada)	Estructura semidesarrollada	Estructura condensada	Estructura de líneas (o zigzag)
C ₁	C ₁ H ₂₍₁₎₊₂ = CH ₄	metano	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	CH ₄		
C ₂	C ₂ H ₂₍₂₎₊₂ = C ₂ H ₆	etano	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	H ₃ C-CH ₃	CH ₃ CH ₃	
C ₃	C ₃ H ₈	propano		H ₃ C-CH ₂ -CH ₃	CH ₃ CH ₂ CH ₃	
C ₄		butano	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$		CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₃	
C ₅	C ₅ H ₁₀	pentano	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$			
C ₆		hexano				
C ₇		heptano		H ₃ C-CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃		
C ₈		octano				
C ₉		nonano			CH ₃ (CH ₂) ₇ CH ₃	
C ₁₀		decano				
C ₁₁		undecano				

Ilustración 9. Material 2, (primera parte): Representaciones Moleculares en Química Orgánica.

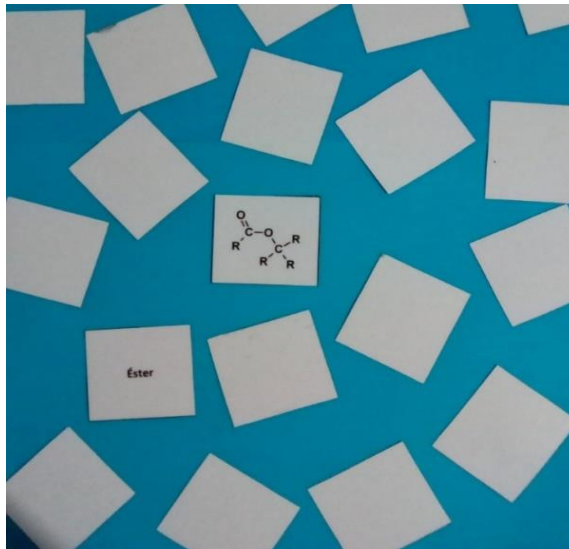


Ilustración 10. Memorama de grupos funcionales.



Ilustración 11. Muestras de compuestos presentes en artículos cotidianos y de uso común.

EVALUACIÓN DE LA COMPRENSIÓN DE LAS REPRESENTACIONES EN LÍNEAS DE MOLÉCULAS ORGÁNICAS

Instrumento de evaluación

El objetivo de la evaluación fue determinar el nivel de aprendizaje obtenido por los estudiantes, sobre la comprensión y asimilación de las representaciones en líneas de moléculas orgánicas, mediante una prueba escrita aplicada a ambos grupos de estudio, de manera previa y posterior a la enseñanza de las representaciones en líneas.

Con este fin, se diseñó el instrumento de evaluación el cual consta de tres secciones y que se basa en tres aprendizajes pilares en torno a las representaciones en líneas:

- Sección 1: Capacidad de convertir estructuras semidesarrolladas a estructuras en líneas y de estructuras en líneas a estructuras semidesarrolladas.
- Sección 2: Capacidad de identificar los átomos de carbono, hidrógeno y heteroátomos presentes en moléculas con representación en líneas, mediante el cálculo de la fórmula molecular correspondiente. Sección basada en la evaluación realizada por Villaseñor y colaboradores (Villaseñor Díaz, y otros, 2013), comentarios realizados por Cerón García y copartícipes a dicho trabajo (Cerón Luna, Arroyo-Carmona, Aguilar-Garduño, González-Vergara, & Pérez-Benítez, 2013) así como observaciones propias-
- Sección 3: Capacidad de identificar diferentes grupos funcionales presentes en moléculas orgánicas de uso común.

La prueba escrita se presenta de manera demostrativa en la Ilustración 12 y, para su mejor observación, también se presenta de manera ampliada en el Anexo 9.

Aplicación del instrumento

Con el fin de determinar el nivel de aprendizaje obtenido tras la ejecución de la estrategia didáctica desarrollada, se llevó a cabo la aplicación del instrumento de evaluación, de manera previa y posterior a la enseñanza de las representaciones en líneas de moléculas orgánicas (Sesiones 3 y 10, con 40 min de duración cada una) en ambos grupos de estudiantes.

Sección I



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN



MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR EN QUÍMICA
EVALUACIÓN DE LA REPRESENTACIÓN EN LÍNEAS DE MOLÉCULAS ORGÁNICAS.

Elaborado por: Q. María Isabel Damián Reyes.

Nombre del estudiante: _____

Edad: _____ Grado: _____ Grupo: _____

I. Instrucciones: Convierte las siguientes moléculas de representación en líneas (b y d) a estructuras semidesarrolladas y de la forma semidesarrollada (a y b) a estructuras de líneas según corresponda.

Estructura de líneas	Estructura semidesarrollada

Sección II

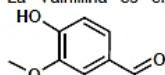
II Instrucciones: Calcule la fórmula molecular de las siguientes estructuras:

Fórmula molecular:	Fórmula molecular:	Fórmula molecular:	Fórmula molecular:	Fórmula molecular:
Fórmula molecular:	Fórmula molecular:	Fórmula molecular:	Fórmula molecular:	Fórmula molecular:
Fórmula molecular:	Fórmula molecular:	Fórmula molecular:	Fórmula molecular:	Fórmula molecular:

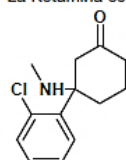
Sección III

III. Instrucciones: A continuación se presentan algunas moléculas de interés en la química. Identifique (señale) y asigne el nombre de cada uno de los grupos funcionales presentes en estas moléculas.

a) La Vainillina es el componente primario del extracto natural de la vainilla.



b) La Ketamina es un anestésico hipnótico y analgésico.



c) La Capsaicina es una sustancia presente en los chiles y es responsable del picor.

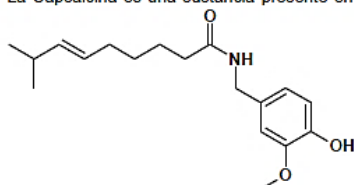


Ilustración 12. Instrumento para la evaluación de la comprensión de la representación en líneas de moléculas orgánicas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Ganancia o Factor de Hake (Hake, 1998) (Flores García, y otros, 2018) es una forma de determinar el nivel de aprendizaje obtenido sobre un determinado tema. Se realiza a partir de la aplicación de una misma prueba previa y posterior al abordaje del tema y se calcula mediante la siguiente igualdad:

$$\text{Ganancia de Hake } (g) = \frac{\% \text{ obtenido en Post test} - \% \text{ obtenido en Pre test}}{100\% - \% \text{ obtenido en Pre test}}$$

Hake relaciona el valor obtenido de la ecuación anterior con el Nivel de Aprendizaje obtenido, como se resume en la Tabla 2.

Tabla 2. Factor de Hake y Nivel de Aprendizaje logrado.

Factor de Hake (g)	Nivel de aprendizaje obtenido
0.70 - 1.00	Alto
0.30 – 0.69	Medio
0.00 – 0.29	Bajo

El cálculo del factor de Hake generalmente se realiza contemplando todos los reactivos de una prueba escrita. Sin embargo, para un mayor abordaje en el análisis de este trabajo, la ganancia de Hake se calculó para cada una de las secciones presentes en la prueba escrita, de manera individual y también en forma grupal (Grupo de Área I y Grupo de Área II).

La forma de determinar el nivel de aprendizaje para un estudiante que, por ejemplo, haya resuelto correctamente en la evaluación final, 3 incisos en la primera sección, la cual consta de cuatro incisos (equivalente al 100%, valor máximo a obtener en esta sección), pero que no logró ningún acierto en la prueba inicial, se realizaría de la siguiente manera:

$$g = \frac{75\% - 0\%}{100\% - 0\%} = 0.75$$

Esto indicaría que, posterior a la estrategia implementada, el estudiante obtuvo un Nivel de Aprendizaje Alto en esta sección (aprendizaje).

Todos los resultados individuales generados en ambos grupos (Área I y Área II) y en cada uno de los aprendizajes evaluados, se muestran en las Tablas 3 a 8, siendo de la 3 a la 5 los resultados de los estudiantes de Área I y de la 6 a la 8 los correspondientes a los de Área II. En color amarillo se muestran los estudiantes que obtuvieron un nivel de aprendizaje medio ($0.30 \leq g \leq 0.69$) y en verde aquellos que obtuvieron un nivel de aprendizaje alto II ($0.70 \leq g \leq 1.00$).

**Tabla 3. Ganancia Individual de Hake obtenida por los estudiantes de Área I,
Sección I: Conversión de estructuras**

Estudiante	Género	Edad	Total de aciertos examen inicial	Total de aciertos examen final	Factor de Hake Obtenido (Aciertos Máximos: 4)
1	Masculino	18	0	0	0.00
2	Femenino	17	0	1	0.25
3	Femenino	17	0	3	0.75
4	Masculino	17	0	0	0.00
5	Masculino	17	0	3	0.75
6	Femenino	17	0	4	1.00
7	Masculino	17	0	3	0.75
8	Masculino	18	0	4	1.00
9	Masculino	17	0	1	0.25
10	Masculino	17	0	0	0.00
11	Masculino	17	0	2	0.50
12	Masculino	17	0	2	0.50
13	Masculino	17	0	1	0.25
14	Masculino	18	0	2	0.50
15	Masculino	17	0	0	0.00
16	Masculino	18	0	0	0.00
17	Masculino	17	0	4	1.00
18	Masculino	17	0	1	0.25
19	Masculino	17	0	2	0.50
20	Femenino	17	0	2	0.50
21	Femenino	18	0	1	0.25
22	Masculino	17	0	4	1.00
23	Masculino	17	0	4	1.00
24	Masculino	17	0	4	1.00
	Promedio	17	0	2.0	0.50

**Tabla 4. Ganancia Individual de Hake obtenida por los estudiantes de Área I,
Sección II: Cálculo de fórmula molecular**

Estudiante	Género	Edad	Total de aciertos examen inicial	Total de aciertos examen final	Factor Hake obtenido (Aciertos Máximos: 15)
1	Masculino	18	0	1	0.07
2	Femenino	17	0	0	0.00
3	Femenino	17	0	6	0.40
4	Masculino	17	0	8	0.53
5	Masculino	17	0	12	0.80
6	Femenino	17	0	10	0.67
7	Masculino	17	0	8	0.53
8	Masculino	17	0	12	0.80
9	Masculino	17	0	4	0.27
10	Masculino	17	0	9	0.60
11	Masculino	17	0	9	0.60
12	Masculino	17	0	12	0.80
13	Masculino	17	0	7	0.47
14	Masculino	18	0	0	0.00
15	Masculino	17	0	10	0.67
16	Masculino	18	0	2	0.13
17	Masculino	17	0	13	0.87
18	Masculino	17	0	0	0.00
19	Masculino	17	0	8	0.53
20	Femenino	17	0	5	0.33
21	Femenino	17	0	8	0.53
22	Masculino	17	0	7	0.47
23	Masculino	17	0	11	0.73
24	Masculino	17	0	13	0.87
	Promedio	17	0	7.3	0.49

**Tabla 5. Ganancia Individual de Hake obtenida por los estudiantes de Área I,
Sección III: Identificación de grupos funcionales**

Estudiante	Género	Edad	Total de aciertos examen inicial	Total de aciertos examen final	Factor de Hake (Aciertos Máximos: 13)
1	Masculino	18	0	0	0.00
2	Femenino	17	0	0	0.00
3	Femenino	17	0	5	0.38
4	Masculino	17	0	0	0.00
5	Masculino	17	0	0	0.00
6	Femenino	17	0	2	0.15
7	Masculino	17	0	0	0.00
8	Masculino	17	0	4	0.31
9	Masculino	17	0	0	0.00
10	Masculino	17	0	0	0.00
11	Masculino	17	0	0	0.00
12	Masculino	17	0	3	0.23
13	Masculino	17	0	0	0.00
14	Masculino	18	0	0	0.00
15	Masculino	17	0	0	0.00
16	Masculino	18	0	3	0.23
17	Masculino	17	0	0	0.00
18	Masculino	17	0	5	0.38
19	Masculino	17	0	1	0.08
20	Femenino	17	0	0	0.00
21	Femenino	17	0	0	0.00
22	Masculino	17	0	6	0.46
23	Masculino	17	0	0	0.00
24	Masculino	17	0	9	0.69
	Promedio	17	0	1.6	0.12

**Tabla 6. Ganancia Individual de Hake obtenida por los estudiantes de Área II,
Sección I: Conversión de estructuras**

Estudiante	Género	Edad	Total de aciertos examen inicial	Total de aciertos examen final	Factor de Hake Obtenido (Aciertos Máximos: 4)
1	Masculino	17	1	1	0.00
2	Femenino	18	3	3	0.00
3	Femenino	18	0	2	0.50
4	Femenino	18	2	2	0.00
5	Femenino	17	0	3	0.75
6	Femenino	17	0	2	0.50
7	Femenino	17	1	3	0.67
8	Femenino	17	0	4	1.00
9	Masculino	18	0	3	0.75
10	Femenino	17	1	2	0.33
11	Femenino	17	0	0	0.00
12	Femenino	17	0	2	0.50
13	Femenino	17	0	2	0.50
14	Masculino	17	0	2	0.50
15	Femenino	17	0	1	0.25
16	Femenino	17	0	2	0.50
17	Femenino	17	0	1	0.25
18	Femenino	17	0	3	0.75
19	Masculino	17	1	2	0.33
20	Femenino	16	0	1	0.25
21	Femenino	18	0	1	0.25
22	Femenino	17	0	1	0.25
23	Femenino	17	1	1	0.00
24	Femenino	17	0	1	0.25
25	Femenino	16	0	2	0.50
26	Femenino	17	0	2	0.50
27	Masculino	17	0	3	0.75
28	Femenino	17	0	0	0.00
29	Masculino	17	3	4	1.00
30	Femenino	17	0	0	0.00
	Promedio	17	0.4	1.9	0.40

**Tabla 7. Ganancia Individual de Hake obtenida por los estudiantes de Área II,
Sección II: Cálculo de Fórmula Molecular**

Estudiante	Género	Edad	Total de aciertos examen inicial	Total de aciertos examen final	Factor Hake obtenido (Aciertos Máximos: 15)
1	Masculino	17	0	0	0.00
2	Femenino	18	0	10	0.67
3	Femenino	18	0	10	0.67
4	Femenino	18	1	8	0.50
5	Femenino	17	0	5	0.33
6	Femenino	17	0	12	0.80
7	Femenino	17	0	12	0.80
8	Femenino	17	0	8	0.53
9	Masculino	18	0	13	0.87
10	Femenino	17	6	8	0.22
11	Femenino	17	0	2	0.13
12	Femenino	17	1	11	0.71
13	Femenino	17	0	8	0.53
14	Masculino	17	0	3	0.20
15	Femenino	17	0	4	0.27
16	Femenino	17	0	3	0.20
17	Femenino	17	0	13	0.87
18	Femenino	17	0	15	1.00
19	Masculino	17	0	11	0.73
20	Femenino	16	1	6	0.36
21	Femenino	18	0	0	0.00
22	Femenino	17	0	13	0.87
23	Femenino	17	1	4	0.21
24	Femenino	17	0	4	0.27
25	Femenino	16	1	8	0.50
26	Femenino	17	0	4	0.27
27	Masculino	17	0	2	0.13
28	Femenino	17	0	5	0.33
29	Masculino	17	4	12	0.73
30	Femenino	17	0	0	0.00
	Promedio	17	0.5	7.1	0.46

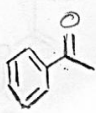
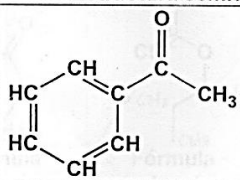
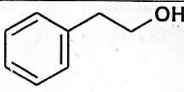
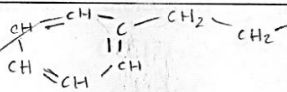
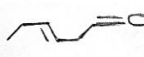
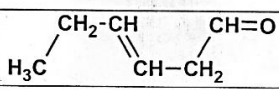
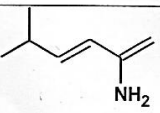
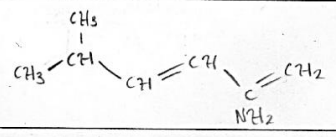
**Tabla 8. Ganancia Individual de Hake obtenida por los estudiantes de Área I,
Sección III: Identificación de Grupos Funcionales**

Estudiante	Género	Edad	Total de aciertos examen inicial	Total de aciertos examen final	Factor de Hake (Aciertos Máximos: 13)
1	Masculino	17	0	0	0.00
2	Femenino	18	0	0	0.00
3	Femenino	18	0	0	0.00
4	Femenino	18	0	0	0.00
5	Femenino	17	0	6	0.46
6	Femenino	17	0	0	0.00
7	Femenino	17	0	2	0.15
8	Femenino	17	0	1	0.08
9	Masculino	18	0	1	0.08
10	Femenino	17	0	0	0.00
11	Femenino	17	0	0	0.00
12	Femenino	17	0	1	0.08
13	Femenino	17	0	0	0.00
14	Masculino	17	0	0	0.00
15	Femenino	17	0	0	0.00
16	Femenino	17	0	0	0.00
17	Femenino	17	0	3	0.23
18	Femenino	17	0	4	0.31
19	Masculino	17	0	3	0.23
20	Femenino	16	0	0	0.00
21	Femenino	18	0	0	0.00
22	Femenino	17	0	1	0.08
23	Femenino	17	0	1	0.08
24	Femenino	17	0	0	0.00
25	Femenino	16	0	4	0.31
26	Femenino	17	0	0	0.00
27	Masculino	17	0	1	0.08
28	Femenino	17	0	0	0.00
29	Masculino	17	0	1	0.08
30	Femenino	17	0	0	0.00
	Promedio	17	0.0	1.0	0.07

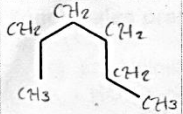
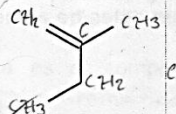
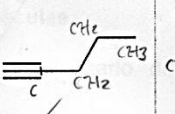
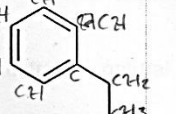
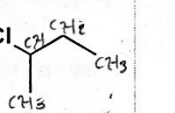
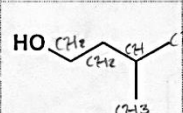
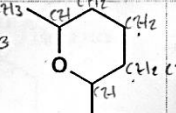
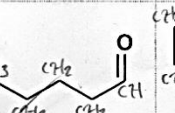
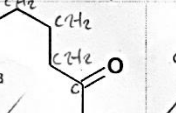
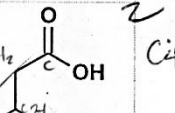
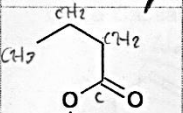
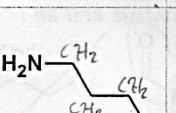
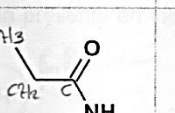
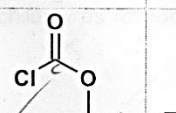
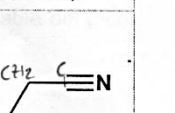
En las Ilustraciones 13 y 14, se muestran como evidencia, dos de los exámenes finales resueltos, uno correspondiente a Área I y otro a Área II.

Edad: 18 Grado: 6° Grupo: Área I

I. Instrucciones: Convierte las siguientes moléculas de representación en líneas (b y d) a estructuras semidesarrolladas y de la forma semidesarrollada (a y b) a estructura de líneas según corresponda.

Estructura de líneas	Estructura semidesarrollada
	
	
	
	

II Instrucciones: Calcule la fórmula molecular de las siguientes estructuras:

				
Fórmula molecular: C_6H_{14}	Fórmula molecular: C_5H_{10}	Fórmula molecular: C_4H_8	Fórmula molecular: C_8H_{10}	Fórmula molecular: C_4H_9Cl
				
Fórmula molecular: $C_5H_{12}O$	Fórmula molecular: $C_5H_{12}O$	Fórmula molecular: $C_5H_{10}O$	Fórmula molecular: $C_7H_{14}O$	Fórmula molecular: $C_4H_{10}O_2$
				
Fórmula molecular: $C_6H_{12}O_2$	Fórmula molecular: $C_4H_{11}N$	Fórmula molecular: C_4H_9NO	Fórmula molecular: $C_4ClH_7O_2$	Fórmula molecular: C_4H_7N

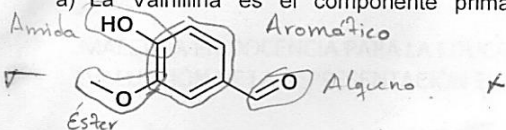
¡cuidar el orden!
 C_4H_9Cl

cuidar el orden
 $C_4H_7ClO_2$

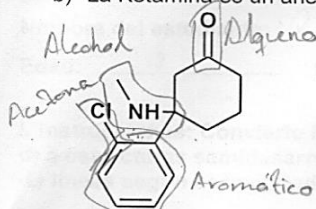
Ilustración 13. Evidencia 1, examen resuelto por un estudiante de Área I.

III. Instrucciones: A continuación se presentan algunas moléculas de interés en la química. Identifique (señale) y asigne el nombre de cada uno de los grupos funcionales presentes en estas moléculas.

a) La Vainillina es el componente primario del extracto natural de la vainilla.



b) La Ketamina es un anestésico hipnótico y analgésico.



c) La Capsaicina es una sustancia presente en los chiles y es responsable del picor.

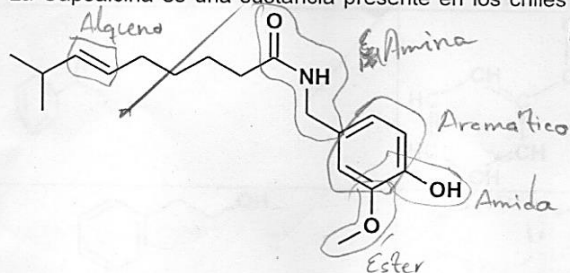


Ilustración 13. Evidencia 1 (continuación), examen resuelto por un estudiante de Área I.

Edad: 10 Grado: 6^{TO} Grupo: 6[°]B Área II

I. Instrucciones: Convierte las siguientes moléculas de representación en líneas (b y d) a estructuras semidesarrolladas y de la forma semidesarrollada (a y b) a estructura de líneas según corresponda.

Estructura de líneas	Estructura semidesarrollada

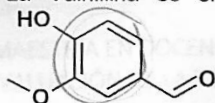
II Instrucciones: Calcule la fórmula molecular de las siguientes estructuras:

Fórmula molecular: <u>C₆H₁₄</u>	Fórmula molecular: <u>C₅H₁₀</u>	Fórmula molecular: <u>C₅H₈</u>	Fórmula molecular: <u>C₆H₁₁Cl₂</u>	Fórmula molecular: <u>C₄H₉Cl</u>
Fórmula molecular: <u>C₅H₁₂O₂</u>	Fórmula molecular: <u>C₇H₁₄O</u>	Fórmula molecular: <u>C₅H₁₀O</u>	Fórmula molecular: <u>C₇H₁₄O</u>	Fórmula molecular: <u>C₅H₁₀O₂</u>
Fórmula molecular: <u>C₆H₁₂O₂</u>	Fórmula molecular: <u>C₄H₁₁N</u>	Fórmula molecular: <u>C₄H₉O</u>	Fórmula molecular: <u>C₄H₇ClO₂</u>	Fórmula molecular: <u>C₄H₆N</u>

Ilustración 14. Evidencia 2, examen resuelto por un estudiante de Área II.

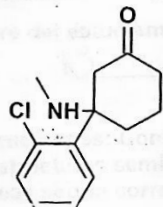
III. Instrucciones: A continuación se presentan algunas moléculas de interés en la química. Identifique (señale) y asigne el nombre de cada uno de los grupos funcionales presentes en estas moléculas.

- a) La Vainillina es el componente primario del extracto natural de la vainilla.



aromático

- b) La Ketamina es un anestésico hipnótico y analgésico.



amina

Falta la señalización

- c) La Capsaicina es una sustancia presente en los chiles y es responsable del picor.

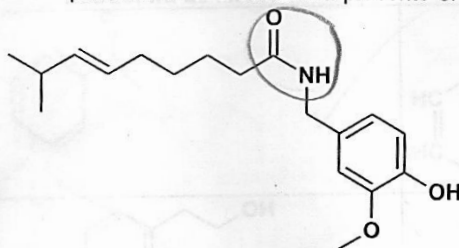


Ilustración 14. Evidencia 2 (continuación), examen resuelto por un estudiante de Área II.

Los datos obtenidos y mostrados en la Tablas 3 a 8, se sintetizaron en gráficas de cajas y bigotes con el fin de determinar si hubo o no, diferencias en la distribución de los aprendizajes de ambos grupos.

Este tipo de gráficas son comúnmente presentadas en forma de cuartiles que dividen la muestra (o población) en cuatro partes. Estos cuartiles son denominados: Q_1 , Q_2 y Q_3 , también llamados como percentiles P_{25} , P_{50} y P_{75} , como se muestra en la Ilustración 15. Entre ellos, se distribuye el 50% de los datos más cercanos a la mediana (percentil cincuenta, P_{50}) (Castro, 2019). En conjunto, los tres percentiles conforman la caja, los bigotes representan los valores mínimo y máximo obtenidos por la muestra o población.

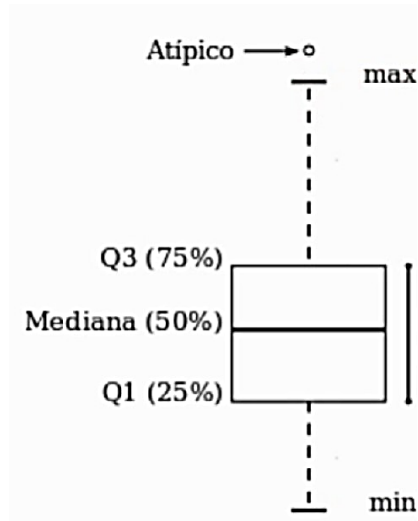


Ilustración 15. Gráfica de cajas y bigotes.

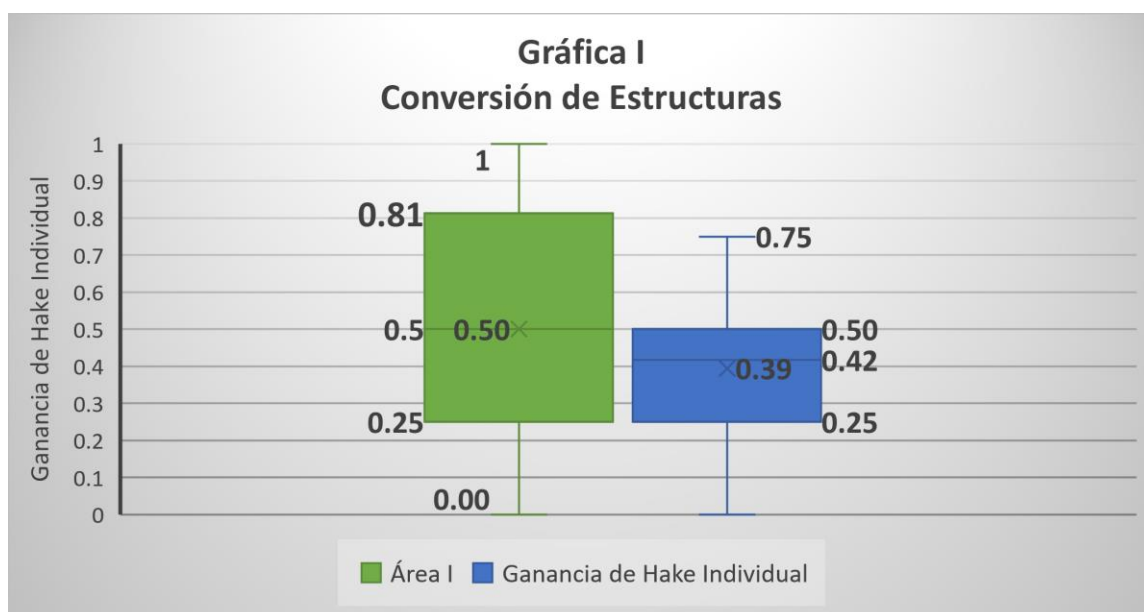
Estas gráficas se realizaron para cada uno de los aprendizajes evaluados (Gráficas I, II y III) de manera grupal y comparativa. Las Gráficas I, II y III muestran algunas diferencias en la distribución de las ganancias, las cuales serán discutidas en las secciones subsecuentes.

(Nota: Todas las gráficas se presentan con mediana inclusiva y sin valores atípicos).

Sección I: Conversión de estructuras semidesarrolladas a estructuras en líneas y de estructuras en líneas a estructuras semidesarrolladas

Ambos grupos tuvieron una ganancia de Hake promedio (P_{50}) correspondiente a un nivel de aprendizaje medio referente a la conversión de estructuras (0.59 y 0.39, Área I y Área II, respectivamente).

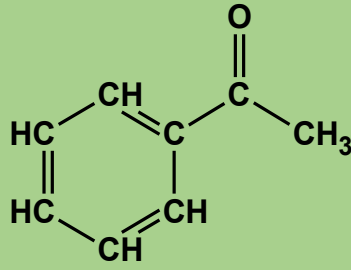
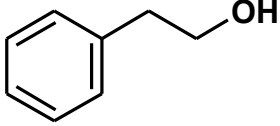
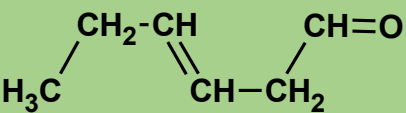
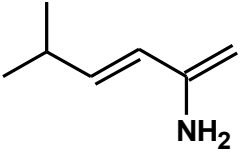
Al observar la Gráfica I, los percentiles P_{25} , P_{50} y P_{75} (Q_1 , Q_2 y Q_3) (Castro, 2019), en Área I se distribuyen entre ganancias de 0.25 y 0.81, lo que indica que esta porción de su población obtuvo un nivel de aprendizaje entre medio y alto. En cambio, para Área II, estos mismos percentiles van solo de 0.25 a 0.50 es decir, que esta parte de la población obtuvo solo un nivel de aprendizaje medio. Además, Área I. tiene un valor máximo de aprendizaje (1.0) mayor que el de Área II (0.75).



Gráfica I. Ganancias de Hake obtenidas en los grupos de Área I y II en torno a la conversión de estructuras semidesarrolladas a estructuras en líneas.

En la Tabla 9 se presenta el porcentaje total de aciertos de ambos grupos (porcentaje de estudiantes que contestaron correctamente) para cada uno de los incisos de la sección I. En ella se puede observar que los reactivos que tuvieron un mayor porcentaje de aciertos (sombreados en color verde) fueron los incisos a y c, en ambos grupos, lo que indica que para los estudiantes fue más sencillo la conversión de estructuras semidesarrolladas a estructuras en líneas que la conversión inversa. Esto probablemente se deba a que, para realizar la primera, solo es necesario excluir la representación explícita de los átomos de carbono e hidrógeno y en su lugar, solo trazar los enlaces carbono-carbono correspondientes y dibujar los heteroátomos existentes (si es el caso).

**Tabla 9. Porcentaje de acierto grupal en la sección I de la evaluación:
Conversión de estructuras**

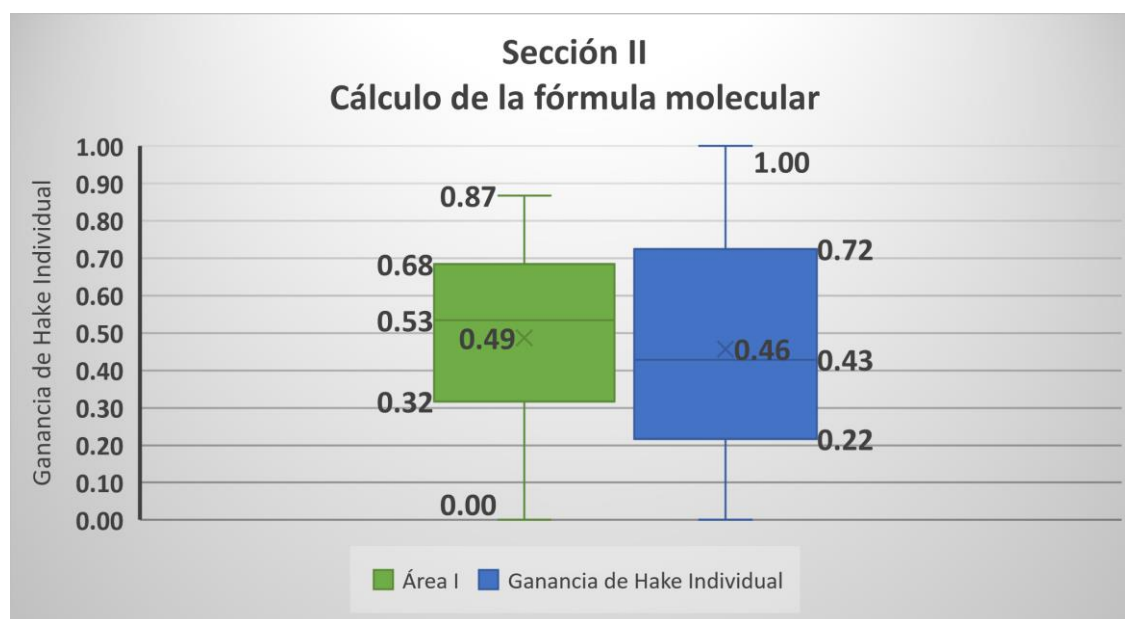
Reactivo	Molécula	Porcentaje de aciertos Área I (%)	Porcentaje de aciertos Área II ((%)
a		70.8	76.7
b		41.7	30.0
c		45.8	63.3
d		41.7	16.7
	Promedio de acierto	50.0	46.7

En cambio, para la conversión de representaciones en líneas a estructuras semidesarrolladas, se necesitan más actividades: dibujar un carbono en cada inicio, fin y quiebre de la representación en línea, trazar los heteroátomos existentes y además, contar el número de enlaces en cada carbono para posteriormente, dibujar los átomos de hidrógenos que completen la tetravalencia de cada uno de los carbonos presentes, lo que indica una mayor complejidad. En el grupo de Área II se observa un bajo rendimiento en el inciso d (16.7%) , el principal error fue, que al realizar la conversión a la estructura semidesarrollada, no dibujaban el primer carbono del alqueno terminal, pero si trazaban el enlace doble así como el carbono unido a la amina.

Sección II: Identificación de los átomos de carbono, hidrógenos y heteroátomos presentes en moléculas con representación en líneas

En cuestión del cálculo de la fórmula molecular, los dos grupos obtuvieron una ganancia de Hake promedio (P_{50}), correspondientes a un nivel de aprendizaje medio (0.49 y 0.46 para Área I y Área II respectivamente) (Tabla 3).

En la Gráfica II se observa que el nivel de aprendizaje de Área I para los percentiles Q_1 a Q_3 va desde 0.32 a 0.68, todos ellos dentro del nivel de aprendizaje medio. En cambio, Área II obtuvo un Q_1 menor (0.22) con aprendizaje bajo, pero un Q_3 mayor que el de Área I (0.72), que se encuentra en un aprendizaje de nivel alto. Además, Área II también muestra un valor máximo mayor que el de Área I (1.0 vs. 0.87, respectivamente).



Gráfica II. Ganancias de Hake obtenidas en los grupos de Área I y II referente al cálculo de la fórmula molecular.

Al analizar las respuestas de esta sección, se encontró que la estructura con mayor nivel de acierto fue la correspondiente al alcano con un 83.33 % (Tabla 10, Reactivo 1). Este resultado fue igual en ambos grupos, y se atribuye a que los alcanos son los compuestos más sencillos (y por ende también su representación), puesto que no contienen heteroátomos ni insaturaciones.

El alqueno (Reactivo 2) también tuvo un buen porcentaje de acierto en Área I. Sin embargo, para Área II los reactivos con un buen porcentaje de acierto grupal (además del alcano) fueron el haluro, el aldehído y la amina.

En contraparte, los reactivos que más dificultad les causó a los estudiantes fueron, para Área I: los reactivos número 13 y 14, en ellos la mayoría de los estudiantes que erraron fue debido a que colocaban en orden equivocado los heteroátomos de estas fórmulas. Es decir, colocaban los átomos de nitrógeno y de cloro después de los átomos de oxígeno, esta concepción alternativa (Aponte, 2009) se deba probablemente a pensar en el conocido acrónimo “CHONPS” (Villaseñor Díaz, y otros, 2013) utilizado desde niveles de educación básica para ordenar los elementos más abundantes en los sistemas biológicos.

Para Área II, los reactivos que les causaron mayor dificultad fueron: el alquino (Reactivo 3) y el nitrilo (Reactivo 15) puesto que no colocaron el número correcto de carbonos y/o hidrógeno. Este error principalmente debido a que los estudiantes de este grupo, no recordaron que, al ser grupos funcionales con enlaces triples, se representan de manera lineal y, por ende, aunque no haya quiebre, existen otro carbono parte central entre el triple enlace y el enlace sencillo adyacente.

**Tabla 10. Porcentaje de acierto grupal en la sección II de la evaluación:
Cálculo de la Fórmula Molecular**

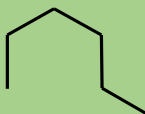
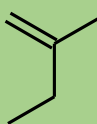
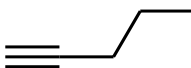
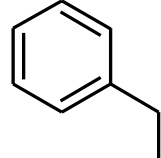
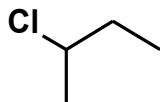
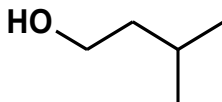
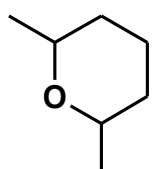
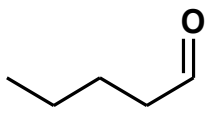
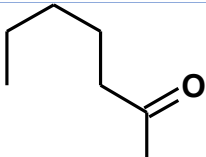
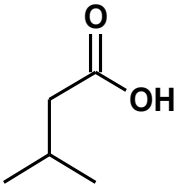
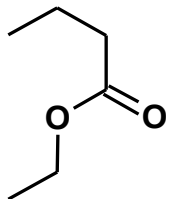
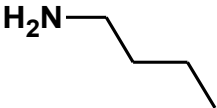
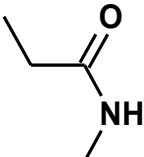
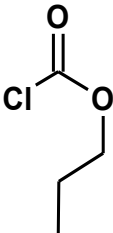
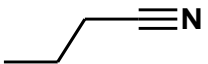
Reactivo	Molécula	Porcentaje de acierto Área I (%)	Porcentaje de acierto Área II (%)
1		83.33	83.33
2		79.17	56.67
3		29.17	13.33
4		66.67	36.67
5		29.17	63.33
6		50.00	43.33
7		58.33	60.00
8		62.50	63.33
9		41.67	60.00

Tabla 10 (continuación). Porcentaje de acierto grupal en la sección II de la evaluación:

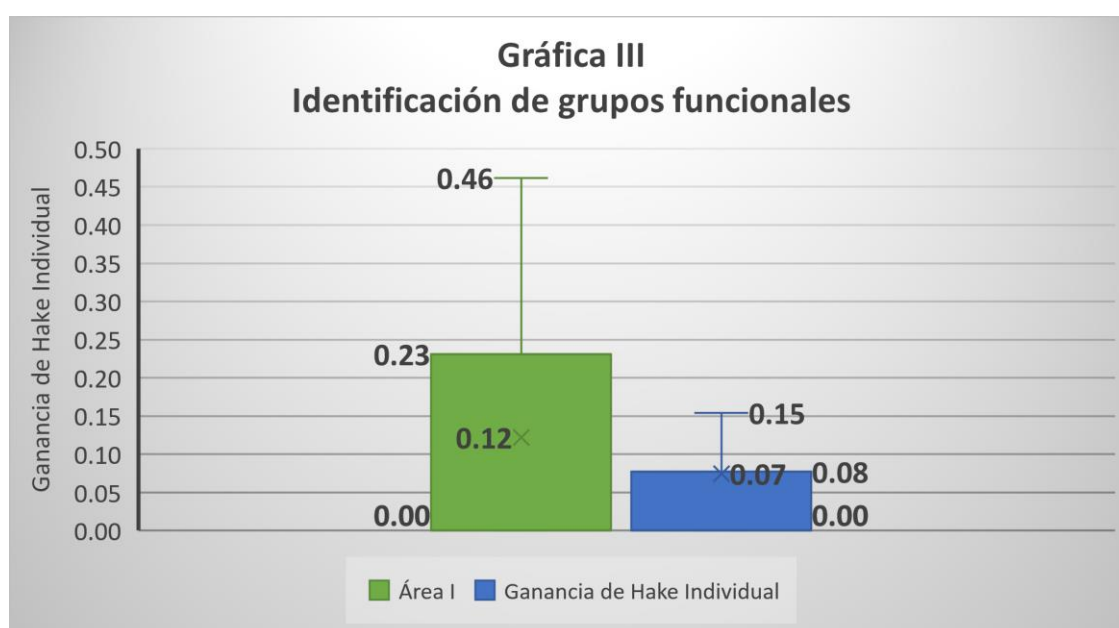
Cálculo de la Fórmula Molecular

10		37.50	40.00
11		41.67	60.00
12		66.67	63.33
13		25.00	23.33
14		20.83	26.67
15		37.50	20.00
	Promedio de acierto	48.61	47.56

Sección III: Identificación de grupos funcionales presentes en moléculas orgánicas de uso común.

En la tercera sección, que evalúa la capacidad de identificar los grupos funcionales, se obtuvo una ganancia de Hake promedio (P_{50}) de 0.12 para Área I y de 0.07 para Área II, lo que indica que no se logró un buen aprendizaje ($g < 0.3$) si se considera solo el promedio grupal (Tabla 3).

Al observar la Gráfica III, se observa que los percentiles Q_1 a Q_3 de los dos grupos son distintos, para Área I van de 0.00 a 0.23, y para Área II van de 0.00 a 0.08. Sin embargo, todos estos valores recaen en niveles de aprendizaje bajos. Lo que sí es notoriamente distinto, son los valores máximos de aprendizaje logrado, para Área I este valor es igual a 0.46 que se encuentra dentro del nivel de aprendizaje medio y para Área II toma un valor de 0.15, que recae en un aprendizaje bajo.



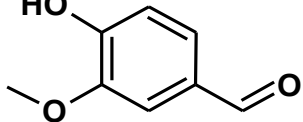
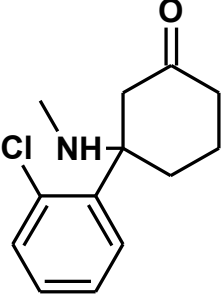
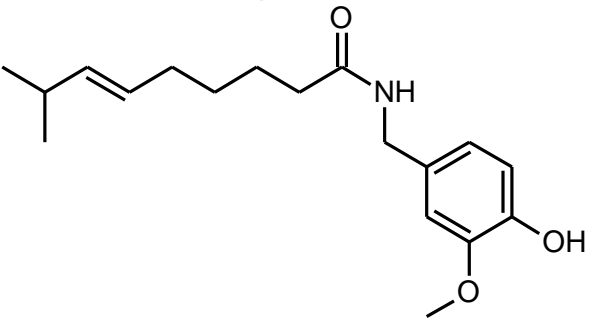
Gráfica III. Ganancias de Hake obtenidas en los grupos de Área I y II referente a la Identificación de grupos funcionales.

En la Tabla 11 se muestra el porcentaje de acierto para los reactivos de esta sección. En ella se puede notar que el grupo funcional mayormente identificado, por los estudiantes de ambos grupos, fue el aromático (20-40%) y en segunda instancia para los estudiantes de Área I, el alqueno.

Esta sección fue en la que se obtuvo un menor nivel de aprendizaje, sin embargo, este desacierto se atribuye más a cuestiones memorísticas (es decir, que los estudiantes no recuerdan o asocian los nombres de los grupos funcionales con su representación) más que a la identificación propia de los átomos en dichos grupos.

La afirmación anterior se puede reforzar con los resultados arrojados en el aprendizaje anterior, en los que se encontró que más del 40% de los estudiantes de ambos grupos (Ver Tabla 11) si son capaces distinguir los diferentes átomos presentes en las moléculas representadas en líneas de esa sección.

**Tabla 11. Porcentaje de acierto grupal en la sección III de la evaluación:
Cálculo de la fórmula molecular**

Molécula	Grupo Funcional	Porcentaje de Acierto Área I (%)	Porcentaje de Acierto Área II (%)
<p>Vainillina</p> 	alcohol	12.50	6.67
	éter	8.33	0.00
	aromático	29.17	40.00
	aldehído	0.00	0.00
<p>Ketamina</p> 	haluro	8.33	0.00
	aromático	29.17	16.67
	amina	4.17	3.33
	cetona	0.00	3.33
<p>Capsaicina</p> 	alqueno	16.67	0.00
	amida	0.00	0.00
	aromático	29.17	20.00
	alcohol	12.50	6.67
	éter	8.33	0.00
	Promedio de acierto		12.18

Los grupos funcionales en los que no se obtuvo un porcentaje de acierto en ambos grupos de estudiantes (debido principalmente, a que los estudiantes no respondieron nada), fueron los grupos funcionales carbonílicos, es decir, el aldehído, la cetona y la amida. Este último grupo fue confundido por algunos estudiantes (durante la etapa de enseñanza-aprendizaje), por una cetona unida a una amina, concepción alternativa que fue aclarada y que también suele presentarse con grupos carbonílicos como el éster (confundido con un éter unido a una cetona) y muy pocas veces con los ácidos carboxílicos.

Otros grupos funcionales que no fueron identificados por estudiantes de Área II, fue el éter y el haluro. El grupo amina, aunque si obtuvo un porcentaje de acierto entre los estudiantes fue bajo, 4.17 y 3.33% para Área I y Área II, respectivamente.

Estos resultados también se podrán atribuir a que la cantidad de grupos funcionales presentes en las moléculas de esta sección de la evaluación, oscilan cuatro y cinco grupos, lo que probablemente sea una cantidad numerosa y, por ende, complicado para los estudiantes de este nivel educativo.

En las actividades de enseñanza aprendizaje se transitó de ejemplos de moléculas con un solo grupo funcional a ejemplos con tres y cuatro grupos funcionales sobre una misma molécula de interés; este último número, y en vista de los resultados obtenidos, probablemente fue muy ambicioso.

Por lo anterior, se sugiere que, tanto en la enseñanza-aprendizaje como para la evaluación de la identificación de grupos funcionales en el Nivel Medio Superior, solo se utilicen estructuras químicas con uno, dos y máximo tres grupos funcionales y solo para su identificación.

Por último, en la Tabla 12 se presentan de manera general, los Factores (o Ganancia) de Hake promedio obtenidos por ambos grupos de estudio.

Tabla 12. Nivel de aprendizaje logrado en los grupos de estudio.

Aprendizaje Evaluado	Factor de Hake (g) promedio	Nivel de aprendizaje promedio	Factor de Hake (g) promedio	Nivel de Aprendizaje promedio
	Área I		Área II	
I) Conversión de Estructuras	0.50	Medio	0.39	Medio
II) Cálculo de Fórmula Molecular	0.49	Medio	0.46	Medio
III) Identificación de Grupos Funcionales	0.12	Bajo	0.07	Bajo

En dicha tabla se observa que la ganancia media de ambos grupos, en los tres aprendizajes evaluados es similar, lográndose niveles de aprendizaje medio para la sección I y II ($0.30 \leq g \leq 0.69$). Para la sección III, se obtuvo un aprendizaje bajo ($0.00 \leq g \leq 0.29$).

Todo lo anterior, sugiere que, al menos para las primeras dos habilidades (conversión de estructuras e identificación de átomos), el uso de la estrategia en ambos grupos, tiene un panorama alentador en relación con los aprendizajes esperados ($g > 0.3$) (Santana-Fajardo, 2018) (Hake, 1998).

Aunque las Ganancias de Hake promedio de ambos grupos de estudio (Tabla 12), arrojaron niveles de aprendizaje medios para las secciones I y II, cabe aclarar que hubo estudiantes que lograron niveles de aprendizaje alto ($g \geq 0.70$), principalmente en Área I para la capacidad de convertir estructuras, y en Área II para la capacidad de identificar tipos de átomos en moléculas con representación en líneas.

Pese al poco tiempo con el que se contó para efectuar la estrategia didáctica y a la complejidad relativa del lenguaje de la Química, como algunos autores consideran (Quilez-Prado, 2016), tras obtener ganancias de Hake promedio mayor a 0.3 en dos de los tres aprendizajes evaluados, consideramos que los resultados fueron favorables.

De igual manera, se invita al profesorado a seguir trabajando para mejorar el rendimiento en el último aprendizaje. Identificar correctamente los grupos funcionales, les permitirá a los estudiantes (entre otras cosas) diferenciar las estructuras fundamentales de las biomoléculas: carbohidratos, lípidos, aminoácidos y nucleótidos (Rios & French, 2011).

La enseñanza de las representaciones en líneas no solo se limita a las asignaturas de Química, utilizar la representación en líneas en la enseñanza de otras asignaturas afines, por ejemplo, Biología o incluso Física, hará que los estudiantes:

- Puedan percibir las conexiones entre las diferentes ciencias experimentales.
- Puedan aplicar los conocimientos adquiridos sobre estructura química (Rios & French, 2011) en diferentes fenómenos físicos y químicos.
- Puedan enfatizar o explicar fenómenos a nivel macromolecular.
- Puedan observar la importancia de la Química Orgánica en la vida cotidiana.

Asociado a lo anterior, y recordando que la estrategia didáctica que se aplicó fue dirigido a estudiantes de bachillerato con orientación disciplinar terminal en Área I (Ciencias e Ingenierías) y Área II (Ciencias Biológicas y de la Salud), creemos conveniente que la enseñanza de las representaciones en líneas de moléculas orgánicas, sea utilizada en aquellos casos en el que el plan curricular contenga una asignatura de Química previa (como ocurrió en este trabajo) en la que se aborde el estudio de la Química Orgánica empleando estructuras semidesarrolladas ya que, como se ha visto, estas representaciones son necesarias y fundamentales para el entendimiento de las estructuras en líneas.

CONCLUSIONES

Se desarrolló e implementó una estrategia didáctica sobre la comprensión y asimilación de la representación en líneas de moléculas orgánicas en dos grupos de estudiantes de sexto semestre del Nivel Medio Superior, obteniéndose resultados positivos significativos.

Se obtuvieron aprendizajes de nivel medio en dos de los tres aprendizajes de interés: 1) la conversión de estructuras semidesarrolladas y en líneas, y 2) la identificación de átomos en estructuras en líneas, por lo que se considera que la estrategia implementada es una buena propuesta para la enseñanza-aprendizaje de las representaciones en líneas de moléculas orgánicas en el Nivel Medio Superior.

Además, también se logró ubicar algunos de los puntos críticos en la enseñanza y empleo de las representaciones en líneas, que podrían ocasionarles confusión a los estudiantes. Tales como, que los enlaces triples carecen de quiebre debido a su hibridación sp , el orden alfabético de la fórmula molecular posterior al número de hidrógenos, el número de hidrógenos principalmente en carbonos terciarios y cuaternarios, o bien de alquenos terminales, así como las concepciones referentes a los grupos carbonílicos.

Como cualquier estrategia, el trabajo presentado pretende ser una guía para docentes que aún no se han animado a mostrar, enseñar y utilizar las representaciones en líneas de moléculas orgánicas con estudiantes de Nivel Medio Superior o incluso Superior, o bien, para aquellos que ya utilizan estas formas de representación y que deseen tener otro panorama docente. Y a su vez, puedan emplear el material didáctico desarrollado o inclusive la estrategia misma. Esperando que lo presentado sea de utilidad para su labor docente.

RECOMENDACIONES

Un libro que aborda de una manera sencilla y práctica la enseñanza de las representaciones moleculares semidesarrolladas y en líneas, es “Química Orgánica” realizado de David Klein (Klein, 2013), que puede ser utilizado por el docente y los estudiantes de bachillerato como material educativo para este tema.

Se recomienda ampliamente que para las actividades de enseñanza aprendizaje de los grupos funcionales con heteroátomos, se aborden de manera separada, los grupos funcionales carbonílicos (aldehído, cetona, ácido carboxílico, éster, amida...) de los no carbonílicos, iniciando claramente por los últimos, debido a su sencillez. Se sugiere, además, realizar una evaluación intermedia (o formativa) para asegurar la comprensión de estos grupos y poder transitar al abordaje de los grupos funcionales carbonílicos.

Como ya se mencionó, se propone no utilizar ejemplos, con más de tres grupos funcionales en una misma molécula, ya que esto puede ser muy complicado para la percepción de los estudiantes y, por ende, solo podrán observar los más característicos para ellos.

En vista del tiempo con el que se contó para la enseñanza de las representaciones en líneas, no se pudieron realizar otras actividades que se tenían consideradas, sin embargo, recomendamos entre ellas, el uso de programas de modelado molecular como lo es ChemSketch (ACD-Labs, 2019), el cual tiene una versión libre y que puede ser utilizado por el profesor y los estudiantes en actividades de enseñanza aprendizaje.

ANEXOS: MATERIAL DIDÁCTICO

Sesión 1. Simbología de Lewis

Material para el profesor: Simbología de Lewis (parte 1) *

1 |

Símbolos de Lewis

H C N O He

Material para el profesor 1. Simbología de Lewis (parte 2) *

2 |

Estructuras de Lewis para moléculas

Cl_2
Cloro molecular

H_2O
Agua

CH_4
Metano

O_2
Oxígeno molecular

*Proyecciones en el pizarrón, desarrollo de las estructuras durante la explicación

Material para el estudiante 1. Simbología de Lewis (parte 1) **

Material elaborado por: Q. María Isabel Damían Reyes.

Parte 1

Material 1. Simbología de Lewis.

Instrucciones: Realiza los símbolos de Lewis de los siguientes átomos

Li	B	F	Ne	Na	Mg
Al	P	S	Cl	K	Ca

Material para el estudiante 1. Simbología de Lewis (parte 2) **

Sesión 1. Estructuras de Lewis

Sesión 2. Tipos de enlace

Material elaborado por: Q. María Isabel Damían Reyes.

Parte 2

Instrucciones: Realiza las estructuras de Lewis de las siguientes moléculas:

HBr Bromuro de hidrógeno	NH ₃ Amoníaco	
N ₂ Nitrógeno Molecular	CO ₂ Dióxido de carbono	NaCl Cloruro de sodio

**Material impreso

Material para el estudiante 2: Representaciones Moleculares (parte 1)




UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR EN QUÍMICA



Realizado por: Q. María Isabel Damián Reyes.

⊕ Instrucciones: Completa las estructuras faltantes de la siguiente tabla.

TABLA 1. REPRESENTACIONES MOLECULARES UTILIZADAS EN QUÍMICA ORGÁNICA						
Número de carbonos	Fórmula molecular (C_nH_{2n+2})	Nombre	Estructura de Lewis (fórmula desarrollada)	Estructura semidesarrollada	Estructura condensada	Estructura de líneas (o zigzag)
C ₁	$C_1H_{2(1)+2}$ = CH ₄	metano	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	CH ₄		
C ₂	$C_2H_{2(2)+2}$ = C ₂ H ₆	etano	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}-\text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	H ₃ C—CH ₃	CH ₃ CH ₃	
C ₃	C ₃ H ₈	propano		H ₃ C—CH ₂ —CH ₃	CH ₃ CH ₂ CH ₃	<
C ₄		butano	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}- & \text{C}- & \text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$		CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₃	∩

C ₅	C ₅ H ₁₀	pentano	$ \begin{array}{ccccccc} & H & H & H & H & & \\ & & & & & & \\ H & - C - & C - & C - & C - & H & \\ & & & & & & \\ & H & H & H & H & & \end{array} $					
C ₆		hexano						
C ₇		heptano		$ \begin{array}{ccccccc} & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ H_3C & - & CH_2 - & CH_2 - & CH_2 - & CH_2 - & \\ & & & & & & \\ & & & & & & CH_2 \\ & & & & & & \\ & & & & & & CH_3 \end{array} $				
C ₈		octano						
C ₉		nonano					CH ₃ (CH ₂) ₇ CH ₃	
C ₁₀		decano						
C ₁₁		undecano						

Sesión 5. Nomenclatura de Hidrocarburos

Material para el estudiante 2: Representaciones Moleculares (parte 2)

SUSTITUYENTES RAMIFICADOS						
C ₃	C ₃ H ₇	isopropilo	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3$	(CH ₃) ₂ CH-	
C ₄		isobutilo		$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$		
C ₄		secbutilo	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$		CH ₃ CHCH ₂ CH ₃	
C ₄		terbutilo		$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{H} \end{array}$		
C ₅		isopentilo				
C ₅		neopentilo				

Sesión 6. Nomenclatura de Hidrocarburos

Material para el estudiante 2: Representaciones Moleculares (parte 3)

OTROS HIDROCARBUROS						
C_2	$C_nH_{2(n)} = C_2H_4$	eteno	$\begin{array}{c} H & & H \\ & \backslash & / \\ & C=C & \\ & / & \backslash \\ H & & H \end{array}$	$H_2C=CH_2$	CH_2CH_2	
C_3	C_3H_6	propeno		$H_2C=CH-CH_3$		
C_2	$C_nH_{2(n)-2} = C_2H_2$	etino	$H-C \equiv C-H$	$HC \equiv CH$	$CHCH$	
C_3	C_3H_4	propino		$HC \equiv C-CH_3$		
C_6	C_6H_6	benceno			C_6H_6	
C_7		metilbenceno (tolueno)			$C_6H_6CH_3$	

Elaborado por: Q. María Isabel Damián Reyes

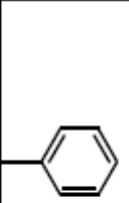
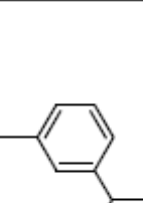
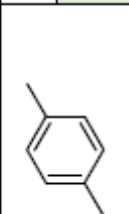
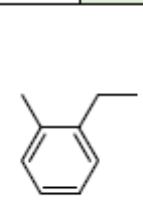

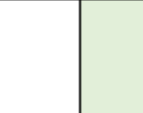


Realizado por: Q. María Isabel Damián Reyes.

Instrucciones: Completa la siguiente tabla dando la fórmula molecular de cada compuesto, su nombre, así como convirtiendo la estructura de líneas a semidesarrollada o viceversa, según sea el caso.

TABLA 3. SERIE NOMENCLATURA DE HIDROCARBUROS					
Estructura en líneas	Fórmula molecular y nombre	Estructura semidesarrollada	Estructura en líneas	Fórmula molecular y nombre	Estructura semidesarrollada

									$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{HC}-\text{CH}_2-\text{CH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
									$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
									$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
									$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{HC}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{CH}-\text{CH}_2 \quad \text{H}_2\text{C} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \end{array}$

						
					3-etil-2-metilhexano	2-penteno
					3-etil-2-4-dimetilhexano	2-heptino
					propilbenceno	3,3-dimetil-1-buteno

Sesión 7. Grupos Funcionales Orgánicos

Material para el estudiante



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA
SUPERIOR EN QUÍMICA




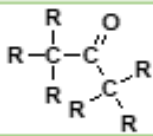
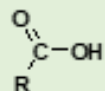
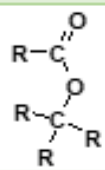
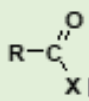
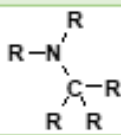
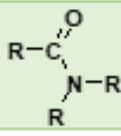
Realizado por: Q. María Isabel Damián Reyes.

Instrucciones: Completa la siguiente tabla al convertir la representación general de los grupos funcionales dados de estructura semidesarrollada a estructura en líneas. Además, investiga la nomenclatura de dichos grupos.



TABLA 2. GRUPOS FUNCIONALES EN QUÍMICA ORGÁNICA			
Grupo funcional	Estructura semidesarrollada	Estructura en línea	Nomenclatura
Alcano	$\begin{array}{c} R \\ \\ C-R \\ / \quad \backslash \\ R \quad R \end{array}$		
Alqueno	$\begin{array}{c} R \quad R \\ \backslash \quad / \\ C=C \\ / \quad \backslash \\ R \quad R \end{array}$		
Alquino	$R-C \equiv C-R$		
Aromático	$\begin{array}{c} R \\ \\ R-C-C-C-R \\ / \quad \backslash \quad / \\ R \quad C \quad C \\ \quad \\ R \quad R \end{array}$		
Haluro	$\begin{array}{c} X \\ \\ C-R \\ / \quad \backslash \\ R \quad R \end{array}$		
Alcohol	$\begin{array}{c} R \quad R \\ \backslash \quad / \\ R-C \\ \\ OH \end{array}$		
Éter	$\begin{array}{c} R \\ \\ R-C-O-C-R \\ \quad / \quad \backslash \\ R \quad R \quad R \end{array}$		

1

Aldehído			
Cetona			
Ácido carboxílico			
Éster			
Haluro de ácido			
Amina			
Amida			
Nitrilo	$R-C\equiv N$		

Donde R puede ser H u otro carbono con sus respectivos sustituyentes.

Realizado por: Q. María Isabel Damián Reyes.

Sesión 8. Memorama de Grupos funcionales

Material para el profesor. (Requiere armado)

Alcano	$\begin{array}{c} R \\ \diagdown \\ C-R \\ \diagup \\ R \quad R \end{array}$	Aldehído	$\begin{array}{c} O \\ \parallel \\ R-C-H \end{array}$
Alqueno	$\begin{array}{c} R \quad R \\ \diagdown \quad \diagup \\ C=C \\ \diagup \quad \diagdown \\ R \quad R \end{array}$	Cetona	$\begin{array}{c} R \quad R \\ \diagdown \quad \diagup \\ R-C-C=O \\ \diagup \\ R-C-R \\ \diagdown \\ R \end{array}$
Alquino	$R-C \equiv C-R$	Ácido carboxílico	$\begin{array}{c} O \\ \parallel \\ R-C-OH \end{array}$
Aromático	$\begin{array}{c} R \\ \\ R-C-C=C-R \\ // \quad \\ R-C \quad C=C-R \\ \\ R \end{array}$	Éster	$\begin{array}{c} O \\ \parallel \\ R-C-O-C-R \\ \quad \quad \\ \quad \quad R \quad R \end{array}$

Alcohol	$\begin{array}{c} \text{HO} \\ \\ \text{C}-\text{R} \\ / \quad \backslash \\ \text{R} \quad \text{R} \end{array}$	Amina	$\begin{array}{c} \text{R} \quad \text{R} \\ \quad / \\ \text{R}-\text{C}-\text{N} \\ \quad \backslash \\ \text{R} \quad \text{R} \end{array}$
Éter	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{R} \\ / \quad \backslash \quad / \quad \backslash \\ \text{R} \quad \text{R} \quad \text{R} \quad \text{R} \end{array}$	Amida	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{R} \\ // \quad / \\ \text{C}-\text{N} \\ / \quad \backslash \\ \text{R} \quad \text{R} \end{array}$
Haluro	$\begin{array}{c} \text{X} \\ \\ \text{C}-\text{R} \\ / \quad \backslash \\ \text{R} \quad \text{R} \end{array}$	Nitrilo	$\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$
Haluro de ácido	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{C}-\text{X} \\ / \\ \text{R} \end{array}$		

Donde R puede ser un átomo de H u otro átomo de C con sus respectivos sustituyentes.

Realizado por: Q. María Isabel Damián Reyes

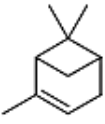
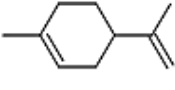

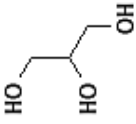
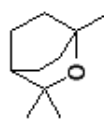
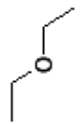
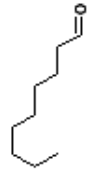





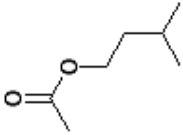
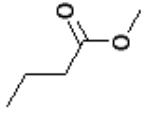

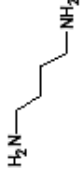
Material versátil: Una vez armado puede ser empleado como material de repaso, o bien como material de evaluación. Además, se pueden sustraer los grupos funcionales que no se requieran en el momento de enseñanza-aprendizaje.

Sesión 8 y 9. Grupos funcionales en nuestro entorno

Material para el profesor:

GRUPOS FUNCIONALES EN LA NATURALEZA



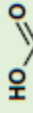
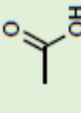
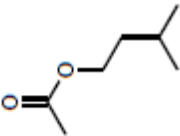
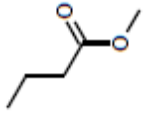

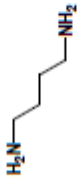
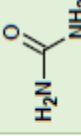
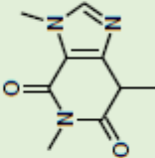


Realizado por: Q. María Isabel Damián Reyes.

	Nombre: α-pireno		Nombre: Limoneno		Nombre: Etanol, alcohol etílico.		Nombre: Glicerina, glicerol
	Propiedad/uso Olor a pino, usado en aromatizantes.		Propiedad/uso Olor presente en naranja, limón.		Propiedad/uso Desinfección, presente en bebidas alcohólicas.		Propiedad/uso Humectante.
	Nombre: Eucaliptol, cineol		Nombre: Dietyl éter		Nombre: Nonanal		Nombre: Decanal
	Propiedad/uso Olor presente en eucalipto.		Propiedad/uso Anestésico inhalatorio		Propiedad/uso Presente en cilantro		Propiedad/uso Presente en ciruela
	Nombre: Acetona		Nombre: Alcanfor		Nombre: Ácido fórmico		Nombre: Ácido acético
	Propiedad/uso Disolvente, removedor de esmalte en uñas.		Propiedad/uso Repelente e insecticida, presente en lavanda		Propiedad/uso Picadura de hormiga, presente en ortigas.		Propiedad/uso Presente en vinagre.
	Nombre: Acetato de isoamilo		Nombre: Butanoato de metilo		Nombre: Trimetilamina		Nombre: Putrecina
	Propiedad/uso Olor a plátano.		Propiedad/uso Olor a piña.		Propiedad/uso Olor a pescado.		Propiedad/uso Olor a putrefacto.



Realizado por: Q. María Isabel Damián Reyes.
 Instrucciones: Encierra el grupo funcional presente en los siguientes compuestos químicos que se encuentran en tu entorno.
 Además, calcula la fórmula molecular de cada uno de los compuestos representados en estructuras de líneas.

TABLA 4. ALGUNOS GRUPOS FUNCIONALES EN COMPUESTOS DE TU ENTORNO.		
	<p>Nombre: α-pireno</p> <p>Propiedad/uso: Olor a pino, usado en aromatizantes.</p> <p>Fórmula química</p>	<p>Nombre: Limoneno</p> <p>Propiedad/uso: Olor presente en naranja, limón.</p> <p>Fórmula química</p>
	<p>Nombre: Etanol</p> <p>Propiedad/uso: Desinfección, presente bebidas alcohólicas.</p> <p>Fórmula química</p>	<p>Nombre: Glicerina, glicerol</p> <p>Propiedad/uso: Humectante.</p> <p>Fórmula química</p>
	<p>Nombre: Dietil éter</p> <p>Propiedad/uso: Anestésico inhalatorio</p> <p>Fórmula química</p>	<p>Nombre: Nonanal</p> <p>Propiedad/uso: Presente en cilantro</p> <p>Fórmula química</p>
	<p>Nombre: Eucaliptol, cineol</p> <p>Propiedad/uso: Conocido como eucalipto.</p> <p>Fórmula química</p>	<p>Nombre: Decanal</p> <p>Propiedad/uso: Presente en ciruela</p> <p>Fórmula química</p>

	Nombre: Acetona	Propiedad/uso Disolvente, removedor de esmalte en uñas.	Fórmula química		Nombre: Alcanfor	Propiedad/uso Repelente e insecticida, presente lavanda	Fórmula química		Nombre: Ácido fórmico	Propiedad/uso Picadura de hormiga, presente en ortigas.	Fórmula química		Nombre: Ácido acético	Propiedad/uso Presente en vinagre.	Fórmula química
	Nombre: Acetato de isoamilo	Propiedad/uso Olor a piñano.	Fórmula química		Nombre: Butanoato de metilo	Propiedad/uso Olor a piña.	Fórmula química		Nombre: Trimetilamina	Propiedad/uso Olor a pescado.	Fórmula química		Nombre: Putrecina	Propiedad/uso Olor a putrefacto.	Fórmula química
	Nombre: Urea	Propiedad/uso Presente en la orina.	Fórmula química		Nombre: Cafeina	Propiedad/uso Estimulante presente en café.	Fórmula química		Nombre: Cloruro de metileno	Propiedad/uso Disolvente.	Fórmula química		Nombre: Cloroformo.	Propiedad/uso Anestésico inhalatorio, disolvente.	Fórmula química

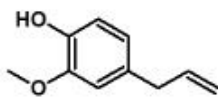
Sesión 9. Diferentes Grupos funcionales compuestos de interés

Material para el profesor: Proyecciones en el pizarrón

Algunos compuestos de interés



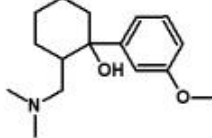
Eugenol



Antiséptico,
antimicrobiano



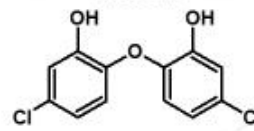
Tramadol



Analgésico



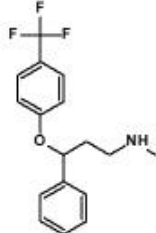
Triclosan



Antimicrobiano



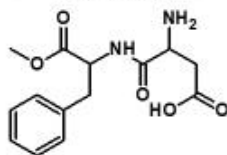
Fluoxetina



Antidepresivo



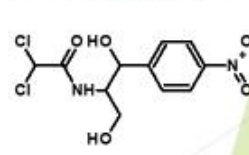
Aspartame



Endulzante



Cloranfenicol



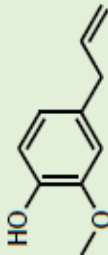
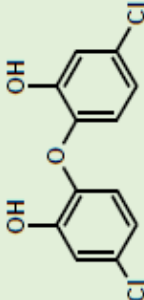
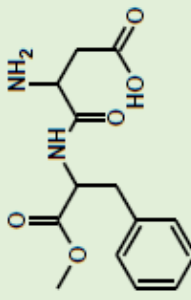
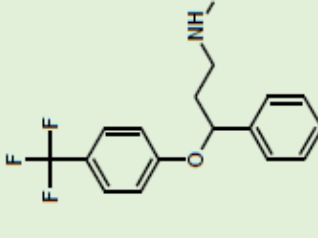
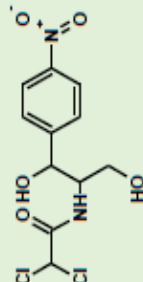
Antibiótico

Material para el estudiante*:



Realizado por: Q. María Isabel Damián Reyes.

Instrucciones: Identifica los grupos funcionales presentes en los siguientes compuestos químicos.

TABLA 5. DIFERENTES GRUPOS FUNCIONALES EN UN MISMO COMPUESTO DE INTERÉS		
	Nombre común: Eugenol	Nombre común: Tramadol
	Uso: Antiséptico, antimicrobiano	Uso: Analgésico
	Nombre común: Triclosan	Nombre común: Fluoxetina
	Uso: Antimicrobiano	Uso: Antidepresivo
	Nombre común: Aspartame	Nombre común: Cloranfenicol
	Uso: Endulzante	Uso: Antibiótico

*Material impreso



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN



MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR EN QUÍMICA
EVALUACIÓN DE LA REPRESENTACIÓN EN LÍNEAS DE MOLÉCULAS ORGÁNICAS.

Elaborado por: Q. María Isabel Damián Reyes.

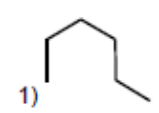
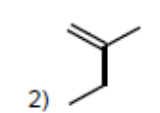
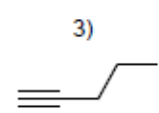
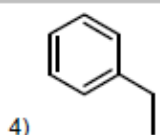
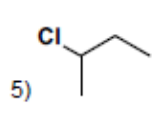
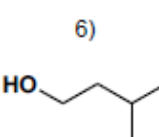
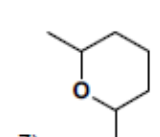
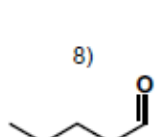
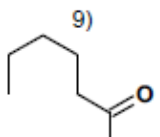
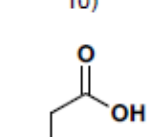
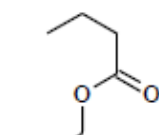
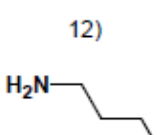
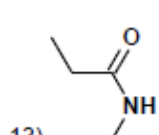
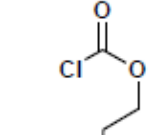
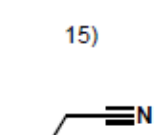
Nombre del estudiante: _____

Edad: _____ Grado: _____ Grupo: _____

I. Instrucciones: Convierte las siguientes moléculas de representación en líneas (b y d) a estructuras semidesarrolladas y de la forma semidesarrollada (a y c) a estructura de líneas según corresponda.

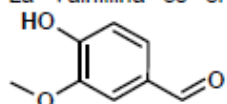
Estructura de líneas	Estructura semidesarrollada

II Instrucciones: Calcule la fórmula molecular de las siguientes estructuras:

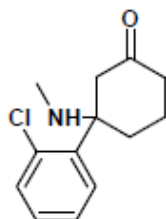
1) 	2) 	3) 	4) 	5) 
Fórmula molecular:	Fórmula molecular:	Fórmula molecular:	Fórmula molecular:	Fórmula molecular:
6) 	7) 	8) 	9) 	10) 
Fórmula molecular:	Fórmula molecular:	Fórmula molecular:	Fórmula molecular:	Fórmula molecular:
11) 	12) 	13) 	14) 	15) 
Fórmula molecular:	Fórmula molecular:	Fórmula molecular:	Fórmula molecular:	Fórmula molecular:

III. Instrucciones: A continuación se presentan algunas moléculas de interés en la química. Identifique (señale) y asigne el nombre de cada uno de los grupos funcionales presentes en estas moléculas.

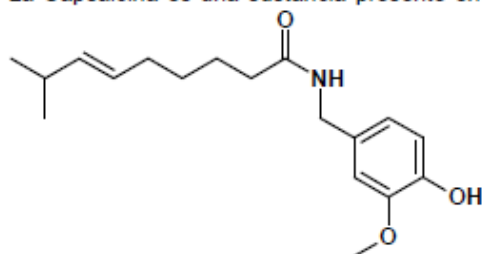
a) La Vainillina es el componente primario del extracto natural de la vainilla.



b) La Ketamina es un anestésico hipnótico y analgésico.



c) La Capsaicina es una sustancia presente en los chiles y es responsable del picor.



REFERENCIAS

- ACD-Labs. (2019). *ACD/ChemSketch for Academic and Personal Use*. Retrieved Septiembre 2019, from acdlabs.com: <https://www.acdlabs.com/resources/freeware/chemsketch/>
- Aponte, C. (2009, Diciembre). *El razonamiento científico ante el siglo XXI*. Retrieved Septiembre 2019, from Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel: http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-04772009000200008&script=sci_arttext
- Castro, M. (2019). Bioestadística aplicada en investigación clínica: conceptos básicos. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 30(1), 50-65.
- Cerón Luna, J. J., Arroyo-Carmona, R. E., Aguilar-Garduño, R. A., González-Vergara, E., & Pérez-Benítez, A. (2013). Precisiones y comentarios sobre el artículo: "Evaluación del aprendizaje en las representaciones moleculares "enlace-línea" de los compuestos orgánicos. Un estudio de caso". *Educación Química*, 24(3), 270-277.
- Chamizo, J. A. (2017). La cuarta revolución química (1945-1966). De las sustancias a las especies químicas. *Educación Química*(28), 202-210.
- Chamizo, J. A., & Izquierdo, M. (2007). Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Educación Química*, 18(1), 6-11.
- Esteller Martínez, V., Paredes García, J., Valmaseda Castellón, E., Berini Aytés, E., & Gay-Escoda, C. (2004). Eficacia analgésica del diclofenaco sódico vs. ibuprofeno después de la extracción quirúrgica de un tercer molar inferior incluido. *Medicina Oral Patología Oral Cirugía Bucal*(9), 444-453.
- Flores García, S., González Quezada, M. D., Ramírez Sandoval, O. C., Chávez Pierce, J. E., Nieto Saldaña, N., & Ruiz Chávez, O. (2018). Propuesta para el entendimiento conceptual del tiro parabólico en base a la realidad aumentada Parte II. *Latin-American Journal Physics Education*, 12(4315-1-4315-8).
- Gimeno Sacristán, J., Pérez Gómez, A. I., Martínez, J. V., Torres, J., Angulo, F., & Álvarez, J. M. (2008). *Educación por competencias ¿Qué hay de nuevo?* Madrid, España: Ediciones Morata, S. L.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 63-74.
- IUPAC. (1979). Glossary of terms used in Physical Organic Chemistry. *Pure and Applied Chemistry*, 1725-1801.
- IUPAC. (1995). Glossary of class names of organic compounds and reactive intermediates based on structure. *Pure and Applied Chemistry*, 67(8 y 9), 1307-1375.
- IUPAC. (1996). Basic Terminology of Stereochemistry. *Pure and Applied Chemistry*, 68(12), 2193-2222.
- IUPAC. (1996). Glossary of Terms Used in Theoretical Organic Chemistry. *Pure and Applied Chemistry*, 74(10), 1919-1981.
- IUPAC. (2006). Graphical Representation of Stereochemical Configuration. *Pure and Applied Chemistry*, 78(10), 1897-1970.

- IUPAC. (2008). Graphical Representation Standards For Chemical Structures Diagram. *Pure and Applied Chemistry*, 80(2), 277–410.
- IUPAC. (2014). *Compendium of Chemical Terminology Gold Book* (2.3.3 ed.).
- IUPAC. (2015-2019). *IUPAC Gold Book*. Retrieved Agosto 2019, from Glossary of class names of organic compounds and reactivity intermediates based on structure:
<https://goldbook.iupac.org/sources/view/PAC1995671307>
- Klein, D. (2013). *Química Orgánica*. Medica Panamericana.
- Quilez Pardo, J. (2016). ¿Es el profesor de Química también profesor de Lengua? *Educación Química*(27), 105-114.
- Rios, A. C., & French, G. (2011). Introducing Bond-Line Organic Structures in High School Biology: An Activity That Incorporates Pleasant-Smelling Molecules. *Journal of Chemical Education*(88), 954–959.
- Santana-Fajardo, J. L. (2018). Ganancia en el aprendizaje del concepto de fuerza y cambio en las actitudes hacia la física en estudiantes de la Escuela Preparatoria de Tonalá. *CienciaUAT*, 13(1), 65-80.
- Sutton, C. (2003). Los profesores de ciencia como profesores de lenguaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 21-25.
- Villaseñor Díaz, E., Canchola Martínez, E., Salame Méndez, A., Ramírez Chavarín, N. L., Cruz Sosa, F., & Haro Castellanos, J. A. (2013). Evaluación del aprendizaje en las representaciones moleculares "enlace-línea" de los compuestos orgánicos. Un estudio de caso. *Educación Química*, 24, 74-179.
- Weininger, D. (1988). SMILES, a Chemical Language and Information System. 1. Introduction to Methodology and Encoding Rules. *Journal Chemical Informational Computational Science*, 28(1), 31-36.
- Zaragoza Ramos, E., Orozco Torres, L. M., Macías Guzmán, J. O., Núñez Salazar, M. E., Gutiérrez González, R., Hernández Espinosa, D., & Pérez Aviña, K. A. (2016). Estrategias didácticas en la enseñanza-aprendizaje: lúdica en el estudio de la nomenclatura química orgánica en alumnos de la Escuela Preparatoria Regional de Atotonilco. *Educación Química*(27), 43-51.