



DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA

Estrategias didácticas en la enseñanza-aprendizaje: lúdica en el estudio de la nomenclatura química orgánica en alumnos de la Escuela Preparatoria Regional de Atotonilco



Eduardo Zaragoza Ramos^{a,*}, Luis Mexitli Orozco Torres^a,
José Oswaldo Macías Guzmán^a, María Elena Núñez Salazar^b,
Raúl Gutiérrez González^a, Diógenes Hernández Espinosa^c,
Claudia Luz Navarro Villarruel^d, Marcela de Alba Ritz^a,
Rosa Marisela Villalobos Díaz^a, Norma Alicia Gómez Torres^e,
Rosario Isabel Cerda Vázquez^a, Alma Delia Gutiérrez Hernández^a
y Karla Anahí Pérez Aviña^a

^a Escuela Preparatoria Regional de Atotonilco, Universidad de Guadalajara, Atotonilco, México

^b Periodista independiente, Universidad de Guadalajara, Atotonilco, México

^c Universidad de Talca, Universidad de Talca, Curico, Chile

^d Centro Universitario de la Ciénega, Universidad de Guadalajara, Ocotlán, México

^e Centro Universitario de la Ciénega, Universidad de Guadalajara, Atotonilco, México

Recibido el 4 de abril de 2015; aceptado el 18 de junio de 2015

Disponible en Internet el 17 de octubre de 2015

PALABRAS CLAVE

Lúdica;
Química;
Competencias;
Enseñanza-
aprendizaje;
Química orgánica

Resumen Este trabajo de investigación tiene la finalidad de implementar la «lúdica» como estrategia de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Química II, del Bachillerato General por Competencias que opera en la Escuela Preparatoria Regional de Atotonilco de la Universidad de Guadalajara.

Para lo anterior se elabora una actividad integradora para el contenido temático de «grupos funcionales» de química orgánica que incluyan dicha estrategia didáctica. Posteriormente se aplica la evaluación de los contenidos temáticos que corresponden, mediante la resolución de un examen semejante a los 2 ciclos escolares anteriores (2013-B y 2014-A). Por último se lleva a cabo un análisis de varianza al 95% de confianza para comparar los promedios obtenidos por los estudiantes de los ciclos escolares mencionados y el 2014-B.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: lalo.zaragoza@hotmail.com (E. Zaragoza Ramos).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Los resultados obtenidos señalan que se logra aumentar en 12.08 puntos el promedio respecto al ciclo escolar 2013-B y 22.03 respecto al 2014-A. Esto sugiere que la lúdica como herramienta didáctica puede facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje en esta ciencia.

Derechos Reservados © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0.

KEYWORDS

Ludic;
Chemistry;
Competences;
Teaching-learning
process;
Organic chemistry

Didactic strategies in teaching-learning: In respect to the study of nomenclature of organic chemistry in students of the Atotonilco Regional High School)

Abstract This research aims to implement the ludic like teaching-learning strategy in respect to the subject Chemistry II of the General Baccalaureate (pre-university studies) by Competencies which operates in Atotonilco Regional High School at the University of Guadalajara.

For this purpose an integrating activity is performed in the thematic content of functional groups of organic chemistry that includes this teaching-learning technique. Therefore, an evaluation of corresponding thematic contents is carried out and through a test resolution like the two school cycles before (2013-B and 2014-A). At last, a variance analysis to 95% of trust is achieved to compare the gotten average by the students in the mentioned school cycles and the 2014-B.

The results indicate the increase in the corresponding average to school cycle 2013-B by 12.08 points and school cycle 2014-A by 22.03 points. This suggests that ludic like didactic tool can facility the teaching-learning process of this science.

All Rights Reserved © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. This is an open access item distributed under the Creative Commons CC License BY-NC-ND 4.0.

Introducción

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) se ha propuesto mejorar los sistemas educativos en sus 30 países miembros (OCDE, 2015). Para ello, se ha solicitado a cada nación miembro que definan competencias básicas en sus planes de estudio de acuerdo a las prioridades existentes en los sectores empresariales y de los empleadores (OCDE, 2002). Sin embargo, el término –competencia– puede ser muy diverso cuando se habla del proceso de enseñanza-aprendizaje y la definición más aceptada es «saber hacer en un contexto» (Gavilán, Cano y Aburto, 2013).

Las planeaciones didácticas que se basan en competencias cumplen las siguientes características (Sacristán et al., 2009):

1. No tradicionalista.
2. El estudiante debe dominar ciertas destrezas, habilidades o competencias (saber hacer).
3. Que lo que se aprenda, se pueda utilizar para posteriores situaciones en la vida diaria.

Lo anterior ha marcado una fuerte tendencia del uso de recursos lúdicos en las actividades de enseñanza-aprendizaje para facilitar la adquisición de conocimientos nuevos en todos los niveles educativos y de manera muy importante en la enseñanza de las ciencias experimentales como la física y la química (Orlik, Hernández y Navas, 2004). En dicha área del conocimiento según Garritz, Rueda, Robles y Vázquez (2011), se deben desarrollar sujetos autodidactas que apliquen el método científico y tengan conciencia del

impacto de la ciencia y la tecnología sobre la sociedad y su entorno.

Un ejemplo de lo anterior es la «gamification», que consiste en efectuar juegos en contextos no lúdicos (Domínguez et al., 2013), ya que, como menciona Franco (2014), este tipo de acciones motivan al alumno (Henricks, 1999; Canno y Newble, 2000), promueven en él la creatividad, imaginación y aprendizaje espontáneo (Lieberman, 1977; Vygotsky, 1978; Bruner, 1986), además de desarrollar el pensamiento abstracto del mismo (Piaget e Inhelder, 1997).

Para Orozco (2014) el aprendizaje basado en juegos permite integrar estrategias didácticas para mejorar el desarrollo de habilidades; además agrega que los juegos digitales son cada vez más utilizados en el área educativa, sin embargo su integración se ve retrasada por el alto costo de producción.

Lo anterior está fundamentado en la premisa de que el alumno se convierte en un ente activo y se involucra completamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Orlik, 2002), por lo que es posible deducir una mejora en este proceso (Mondeja, Zumalacárregui, Martín y Ferrer, 2001).

Por otra parte, la química es una ciencia que está en constante renovación, gracias a ella nuestra vida cada día se facilita más y tiene aplicación en varias otras ramas de la ciencia con que las que se está en contacto diariamente, como son: la física, la biología, la botánica y la medicina (Whitten et al., 2011).

En el Bachillerato General por Competencias de la Universidad de Guadalajara, esta ciencia se estudia en 2 unidades de aprendizaje denominadas Química I y Química II que se encuentran ubicadas en el área de formación llamada «Comprensión de la naturaleza».

En la unidad de aprendizaje Química I se aborda el impacto de la química en la vida cotidiana, la industria y el hogar, el estudio de la materia y compuestos inorgánicos, mientras que en Química II se estudia la química orgánica y el manejo de sustancias (EPRA, 2014).

La química orgánica es una rama de la ciencia denominada química y, como tal, posee un lenguaje y reglas especializados (McMurry, 2008; Solomons, 2002; Carey, 2006; Streitwieser y Heathcock, 1989) que deben dominarse para lograr su mejor aprovechamiento. Este lenguaje y reglas son establecidos por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC de sus siglas inglés).

A partir de la [Reforma Integral de la Educación Media Superior \(2015\)](#) surge el contexto del Marco Curricular Común del Sistema Nacional de Bachillerato). En él, el aprendizaje de esta ciencia contribuye al desarrollo de las siguientes competencias genéricas (SEP, 2008):

1. *Competencia 5.^a*. Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos.
2. *Competencia 11.^a*. Contribuye al desarrollo sustentable de manera crítica, con acciones responsables.

La conjunción de las estrategias de «enseñanza-aprendizaje» puede dar como resultado un mejor desarrollo de competencias. Informalmente las esferas de unicel se han utilizado como una herramienta didáctica, sin embargo es necesario evidenciar el impacto del uso de esta estrategia. Es por ello que esta investigación busca medir de cierta manera la eficiencia que la lúdica puede tener en el aprovechamiento académico.

Objetivo

El objetivo de esta investigación es medir el impacto que una actividad integradora de carácter lúdico tiene en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Química II. A la vez, se pretende lograr un aumento en el promedio final que los alumnos obtienen en dicha asignatura a partir de que estos mejoren su calificación en el examen de grupos funcionales, correspondiente a la Unidad I de la planeación académica de la Unidad de Aprendizaje Química II, en la Escuela Preparatoria Regional de Atotonilco de la Universidad de Guadalajara. Lo anterior se refleja en el índice de reprobación de esta unidad de aprendizaje, que debe disminuir cuando el promedio final aumente.

Metodología

Para realizar este trabajo se formulan 2 hipótesis:

1. Hipótesis nula: la lúdica como estrategia didáctica facilita en el estudiante el entendimiento de la nomenclatura química orgánica.
2. Hipótesis alternativa: la lúdica como estrategia didáctica no facilita en el estudiante el entendimiento de la nomenclatura química orgánica.

Estrategia lúdica

En esta etapa los alumnos realizan una ponencia que consiste en la representación de estructuras moleculares orgánicas de los distintos grupos funcionales existentes, mediante la unión de esferas de unicel que hacen la vez de átomos. Estas esferas se iluminan de distintos colores: los carbonos se representan de color negro, los hidrógenos rojos, los oxígenos azules, los halógenos verdes, los metales grises y los nitrógenos amarillos. Asimismo, las esferas de unicel se seleccionan en distintos tamaños a fin de representar la masa atómica de cada elemento. Las esferas de unicel se unen mediante palillos de madera representando a los enlaces químicos.

La secuencia de trabajo es la siguiente:

1. Se forman equipos.
2. Se asigna a cada equipo uno de los temas siguientes:
 - a. Halógenuros de alquilo
 - b. Alcoholes
 - c. Éteres
 - d. Aldehídos
 - e. Cetonas
 - f. Ácidos carboxílicos
 - g. Ésteres
 - h. Sales orgánicas
 - i. Aminas
3. Se pide a cada equipo que cubra los subtemas siguientes de cada grupo funcional:
 - a. Definición
 - b. Fórmula general
 - c. Propiedades físicas
 - d. Propiedades químicas
 - e. Clasificación
 - f. Usos
 - g. Nomenclatura (3 ejemplos como mínimo, representados mediante las esferas de unicel que deberán construir en la ponencia)
4. La evaluación de la actividad se lleva a cabo con la rúbrica de evaluación disponible desde la explicación de la actividad en un enlace accesible desde Internet a una aplicación de almacenamiento virtual ([Anexo 1](#)).
5. Para la evaluación se invita a expertos en los temas abordados como jurado, los mismos que se apoyan en las rúbricas ya mencionadas.
6. Una vez concluidas las exposiciones, se pide a los estudiantes resolver un crucigrama y se lleva a cabo una retroalimentación por parte del jurado calificador para diferenciar las propiedades físicas y químicas de cada grupo funcional y así lograr una plena contextualización de los contenidos temáticos.
7. Por último se aplica el examen número uno, correspondiente a grupos funcionales.

Cabe mencionar que esta actividad solo se lleva a cabo para reafirmar conocimientos como preparación para el primer examen correspondiente a grupos funcionales de acuerdo a lo que se señala en la planeación académica de Química II 2014-B, ya que previamente se habían abordado los temas en cuestión.

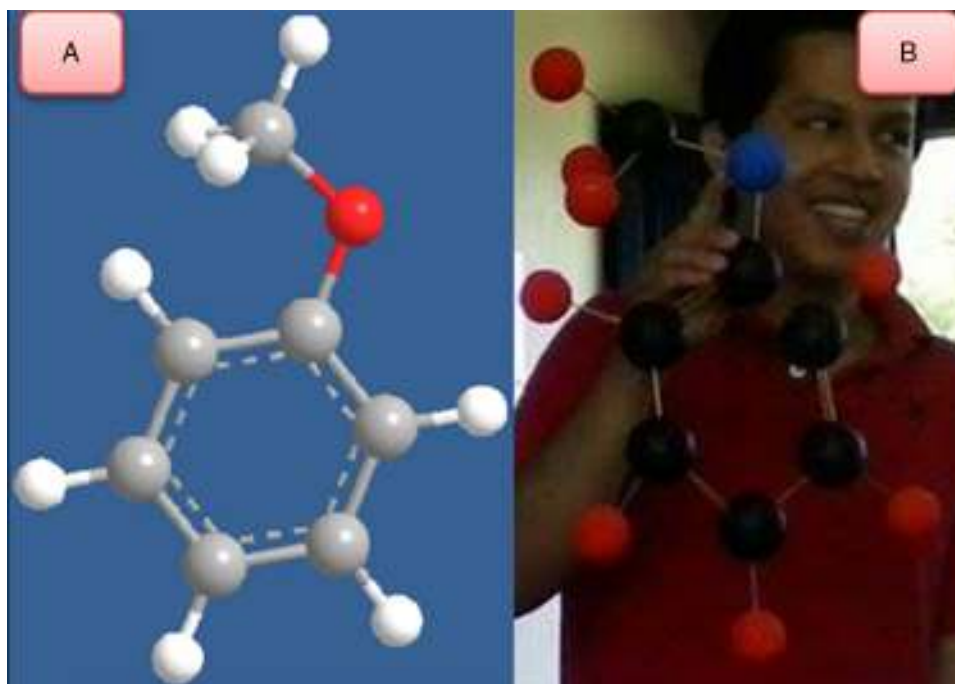


Figura 1 Representación molecular del anisol.

Una vez que se completa lo anterior se realiza un análisis de varianza ANOVA en el que se comparan los resultados del examen en el ciclo escolar 2014-B versus los ciclos escolares anteriores 2014-A y 2013-B, y otro ANOVA para comparar resultados entre grupos de este mismo ciclo escolar, para eliminar cualquier otro factor que se puede considerar, como la evolución docente y de las planeaciones académicas.

Resultados

La actividad fue realizada de manera entusiasta por los estudiantes y fue posible contextualizar los contenidos temáticos como lo muestran las ponencias de los mismos.

En la figura 1 se muestra un modelo realizado por los estudiantes durante el desarrollo de su tema. Al lado izquierdo (1.A) se observa la estructura molecular del anisol con la ayuda de un simulador de moléculas orgánicas y al lado derecho (1.B) se observa el mismo compuesto, hecho con esferas de unicel y palillos de madera.

En la imagen de la izquierda (1.A) se muestra la molécula del anisol con la ayuda de un simulador de moléculas y en la imagen de la derecha (1.B) se muestra un modelo realizado por los estudiantes en sus ponencias.

Como se muestra en la figura 1, es posible destacar la gran semejanza que existe entre uno y otro modelo, lo cual sugiere que la actividad ayuda a que los alumnos comprendan la tridimensionalidad que presentan las moléculas.

Asimismo, como lo demostraron los estudiantes en sus ponencias, estas representaciones moleculares ayudaron a entender el número de electrones que puede compartir el carbono. Es decir, el número de enlaces químicos que este puede formar, ya que en la práctica, al estar armando sus estructuras, debieron distribuir átomos lo más separados posibles para simular las fuerzas de atracción y repulsión entre los átomos, hecho que es más difícil de distinguir cuando se dibujan en el pintarrón en 2 dimensiones.

Los resultados del análisis ANOVA para comparar las calificaciones obtenidas durante este ciclo escolar y los 2 anteriores al mismo se muestran en la tabla 1.

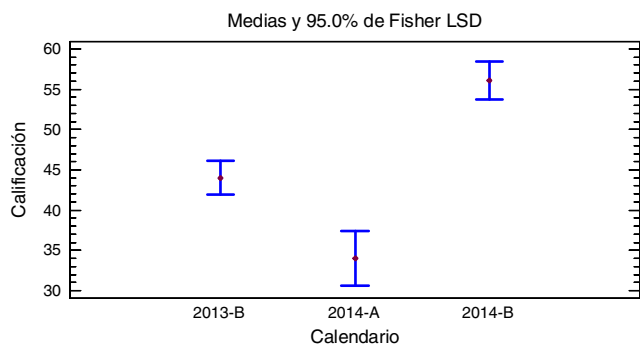
De la tabla anterior podemos deducir que como el valor p es menor que 0.5, se puede desprender que hay una diferencia estadísticamente significativa entre la media de calificación entre, al menos, 2 de los 3 ciclos escolares analizados con un nivel del 95% de confianza. Para una visualización más descriptiva se puede recurrir a la figura 2, en la que se encuentra la gráfica de medias y se puede observar de manera más clara los ciclos escolares en los que

Tabla 1 ANOVA para la comparación de resultados en el primer examen de Química II, entre calendarios 2013-B, 2014-A y 2014-B

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón F	Valor p
Entre grupos	28,358.9	2	14,179.4	30.41	0.0000
Intragrupos	204,694.	439	466.273		
Total	233,053.	441			

Tabla 2 ANOVA para comparar grupo control versus grupos que trabajaron con lúdica

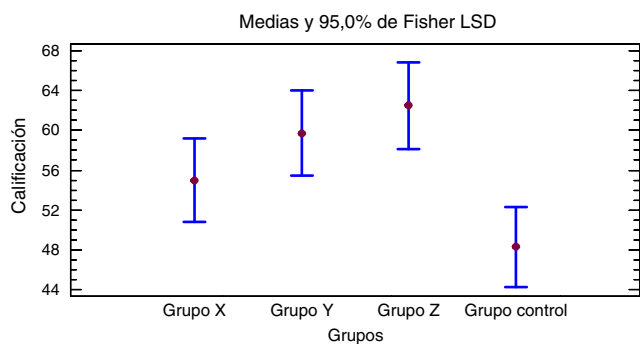
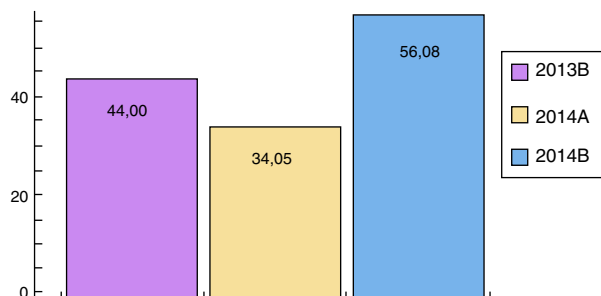
Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón F	Valor p
Entre grupos	4,803.86	3	1,601.29	4.36	0.0056
Intragrupos	58,032.1	158	367.292		
Total	62,836.0	161			

**Figura 2** Gráfica de medias para los ciclos escolares 2013-B, 2014-A y 2014-B.

se encuentra dicha diferencia. Además se observa que hay 3 grupos homogéneos entre los cuales el 2014-B destaca por presentar una media mayor, lo cual indica que en este ciclo escolar las calificaciones en el examen aumentaron debido al factor en consideración. Es decir, la aplicación de lúdica como estrategia de aprendizaje.

En el análisis ANOVA en el que se compara grupos en un mismo ciclo escolar, los resultados se muestran en la [tabla 2](#), donde se observa que el valor de p es menor a 0.5, lo que apunta a que hay una diferencia estadísticamente significativa por lo menos en 2 de estos grupos.

En la [figura 3](#) se refleja la gráfica de medias para este análisis; se destaca que el grupo que se maneja como «grupo control» sobresale de los demás por tener un aprovechamiento menor, tal como lo muestran las calificaciones obtenidas en el examen de evaluación. También se observa que el «grupo X» se encuentra en un mismo grupo homogéneo con el grupo control, lo que sugiere que entre estos 2 grupos no hay diferencia estadísticamente significativa; no obstante, los grupos «Y» y «Z» muestran una media por encima del grupo control, lo que indica que en estos grupos la actividad favorece el aprendizaje de los contenidos temáticos.

**Figura 3** Gráfica de medias para comparar grupo control versus grupos que trabajaron con lúdica.**Figura 4** Promedios obtenidos en el primer examen de Química II, en los ciclos escolares 2013B, 2014A y 2014B.

En la gráfica de medias que se muestra en la [figura 4](#) se observa que existe un aumento de 12.08 puntos el promedio obtenido en este examen con respecto al ciclo escolar 2013-B y 22.03 puntos con respecto al 2014-A. Pese a ello, no se debe perder de vista el hecho de que los resultados aún no son del todo satisfactorios, considerando que la calificación mínima aprobatoria para el programa educativo del Bachillerato General por Competencias en nivel Medio Superior de la Universidad de Guadalajara es de 60 puntos, según el Reglamento General de Evaluación y Promoción de Alumnos de la Universidad de Guadalajara ([UDG, 2006](#)).

Conclusiones

Con los resultados obtenidos y analizados se puede concluir 2 situaciones:

1. Aceptar la propuesta de la hipótesis nula, la cual indica que la lúdica como estrategia didáctica ayuda al estudiante a apropiarse de la nomenclatura química orgánica.
2. Que los resultados obtenidos se deben a la lúdica en la enseñanza-aprendizaje de la nomenclatura química orgánica y no a factores no medidos en este experimento.

Por tanto, de acuerdo a los resultados anteriores se sugiere aplicar la lúdica como estrategia de enseñanza-aprendizaje en las planeaciones académicas para la unidad de aprendizaje de Química II del Bachillerato General por Competencias.

De igual manera, este estudio es transversal debido a que los resultados y conclusiones a los que se llega son aplicables en otras unidades de aprendizaje. Asimismo, es posible concluir que es de suma importancia utilizar el aprendizaje basado en juegos como estrategia de enseñanza-aprendizaje debido a que permite a los alumnos un mayor entendimiento y significación de los aprendizajes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Anexo 1. Rúbrica de evaluación para la actividad integradora de exposición de grupos funcionales de química orgánica

Universidad de Guadalajara Escuela Preparatoria Regional de Atotonilco Bachillerato General por Competencias Rúbrica de Evaluación para Exposición de Grupos Funcionales			
Grado y grupo			
Número de Equipo			
Rubros	Calificación		
	Si	Medianamente	No
Define correctamente su grupo funcional (GF)			
Mencionan propiedades físicas del GF			
Mencionan propiedades químicas del GF			
Tienen sus elementos correctamente coloreados			
Utilizan las bolas de unicel para formar estructuras geométricas correctamente y que corresponden a su grupo funcional			
Dominan la nomenclatura IUPAC			
Los alumnos memorizaron su exposición			

Valores	
Si	3
Medianamente	2
No	1

Puntos obtenidos	Calificación cuantitativa	Cualitativa
21	100.00	Extraordinario
20	95.24	
19	90.48	Muy bien
18	85.71	
17	80.95	Bien
16	76.19	
15	71.43	Suficiente
14	66.67	

13	61.90	Insuficiente
12	57.14	
11	52.38	
10	47.62	
9	42.86	

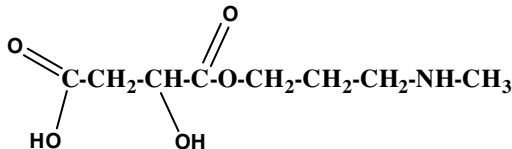
Anexo 2. Examen departamental de Química II

Cada reactivo tiene un valor de 4.55 puntos

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

- | | | |
|---------------------------|-----|--------|
| 1. Alcoholes | () | RCOOH |
| 2. Halogenuros de Alquilo | () | R-X |
| 3. Ésteres | () | RCOOR' |
| 4. Aldehídos | () | RCOOM |
| 5. Ácidos carboxílicos | () | RCHO |
| 6. Sales orgánicas | () | R-OH |

ii. La siguiente imagen representa al ácido 3-hidroxi-4-(3(metilamino)propoxi)-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?

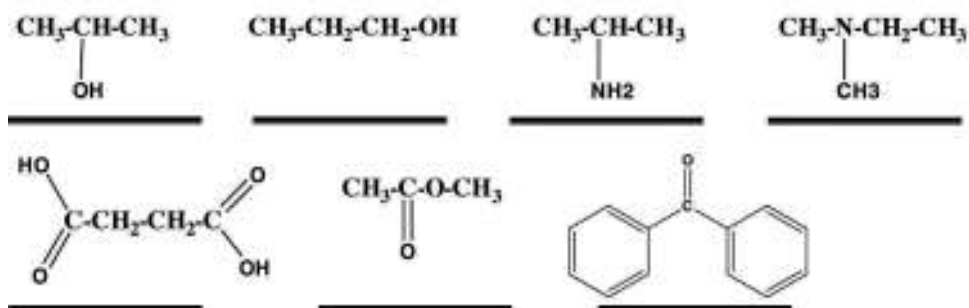
Compuesto	Opciones
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{O} \\ \quad \quad \quad \parallel \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$	a) 2-metilhexan-4-ona b) etil-butil-cetona c) etil-terbutil-cetona d) 5-metilhexan-3-ona
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{O} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \parallel \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	a) Ácido-2,4-dimetilhexanoico b) Ácido-3,5-dimetilhexanoico c) 3,5-dimetilhexanal d) 3,5-dimetilhexan-1-ona
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$	a) 3-amino-5-isopropil-5-metilhexano b) 4-amino-2-isopropil-2-metilhexano c) 3-amino-5,5,6-trimetil-heptano d) 5,5,6-trimetil-heptanoamida
$\begin{array}{c} \text{O} \quad \quad \quad \text{NH}_2 \quad \quad \quad \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \parallel \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{HO}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \end{array}$	a) Ácido-3-amino-3,5-dimetil-4-propilhexanoico b) 3-amino-3,4-dimetil-4-propilhexanal c) 3-amino-4-etil-3,4-dimetilheptanal d) Ácido-3-amino-3,5,5-trimetiloctanoico
$\begin{array}{c} \text{O} \quad \quad \quad \text{CH}_3 \\ \parallel \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \text{CH}_3 \end{array}$	a) Etilterbutilcetona b) Etanoato de terbutilo c) Ácido etilterbutílico d) 4,4-dimetilpentan-2-ona

iv. Relaciona las siguientes columnas correctamente.

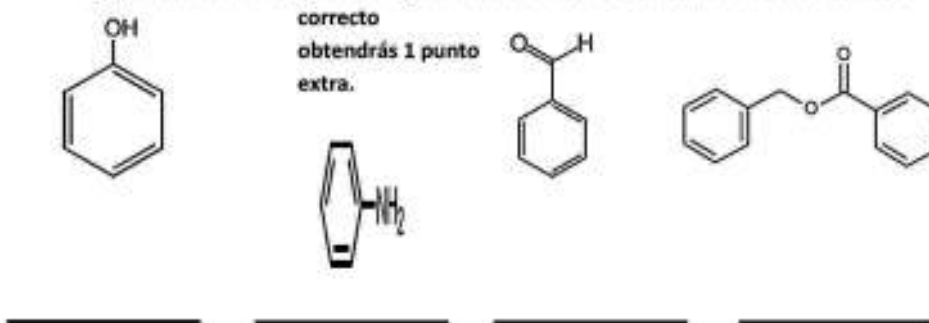
- | | |
|--|-----------------------|
| 1) Son compuestos orgánicos que poseen un metal y se pueden ionizar. | () Aminoácidos |
| 2) Se obtienen a partir de la oxidación de un alcohol secundario. | () Aldehídos |
| 3) Se obtienen a partir de la oxidación de un aldehído. | () Aminas |
| 4) Son derivados del amoníaco | () Ácido carboxílico |
| 5) Son monómeros que forman proteínas cuando se unen varios de ellos. | () Alcoholes |
| 6) 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

- Bruner, J. (1986). *Juego, pensamiento y lenguaje. Perspectivas*, 16(1), 79–85.
- Canno, R. A. y Newble, D. (2000). *A handbook for teachers in universities and colleges. A guide to improving teaching methods*. London and New York: Routledge.
- Carey, F. A. (2006). *Química orgánica*. México: McGraw Hill.
- Domínguez, A., Saenz-de-Navarrete, J., de-Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C. y Martínez-Herráiz, J.-J. (2013). Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Elsevier, Computer and Education*, 63, 380–392.
- EPRA, *Planeación Académica de química*, sistema de educación media superior. 2014.
- Franco, M. A. (2014). Diseño y evaluación del juego didáctico «Química con el mundial de Brasil 2014». *Educ. Quím.*, 25(E1), 276–283.
- Gavilán, I., Cano, S. y Aburto, S. (2013). Diseño de herramientas didácticas basado en competencias para la enseñanza de la química ambiental. *Educ. Quím.*, 24(3), 298–308.
- Garriz, A., Rueda, C., Robles, C. y Vázquez, Á. A. (2011). Actitudes sobre la naturaleza de ciencia y tecnología en profesores y estudiantes mexicanos del bachillerato y la universidad públicos. Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Educ. Quím.*, 22(2), 141–154.
- Henricks, T. S. (1999). Play as ascending meaning: Implications of a general model of play. En S. Reifel (Ed.), *Play contexts revisited* (vol. 2) (pp. 257–277). Stamford: Ablex Publishing Group.
- Lieberman, J. N. (1977). *Playfulness: Its relationship to imagination and creativity*. New York: Academic Press.
- McMurry, J. (2008). *Química orgánica*. México: CENGAGE Learning.
- Mondeja, D., Zumalacárregui, B., Martín, M. y Ferrer, C. (2001). Juegos didácticos: ¿útiles en la educación superior? *Revista*

- Electrónica de la Dirección de Formación de Profesionales del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba*, 6(3), 65-76.
- OCDE. (2002). Definition and Selection of Competencies (DeSeCo): Theoretical and conceptual foundations: Strategy Paper, 2002.
- OCDE. (2015). [consultado 3 Feb 2015]. Disponible en: <http://www.oecd.org/#countriesList>.
- Orlik, Y. (2002). *Modern organization of classes and extraclass work in Chemistry*. México: Iberoamerica Publ.
- Orlik, Y., Hernández, L. C. y Navas, A. M. (2004). *Sistematización de experiencias innovadoras y apropiadas sobre la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología en el mundo y en los países CAB*. Bogotá: Editorial Convenio Andrés Bello (ONCYT/CAB).
- Orozco, L. (2014). Estudio comparativo de los modelos de evaluación de la calidad e-learning en el Sistema de Universidad Virtual de la Universidad de Guadalajara México y propuesta complementaria. Tesis doctoral. [consultado 3 Ene 2015]. Disponible en: <http://www.tdx.cat/handle/10803/285341>.
- Piaget, J. y Inhelder, B. (1997). *La psicología y el niño*. Madrid, España: Ediciones Morata.
- Reforma Integral de la Educación Media Superior [consultado 3 Feb 2015]. Disponible en: <http://cosdac.sems.gob.mx/riems.php>.
- Sacristán, G., Pérez-Gómez, A. I., Martínez, J. B., Torres, J., Angulo, F. y Álvarez, J. M. (2009). *Educación por competencias, ¿qué hay de nuevo? (2.ª ed)*. Madrid: Ediciones Morata.
- SEP. (2008)., *Acuerdo número 444*, Cap. II, art. 4, [consultado 18 Abr 2015]. Disponible en: <http://www.sep.gob.mx/>.
- Solomons, G. (2002). *Química orgánica*. México: Limusa.
- Streitwieser, A. y Heathcock, C. H. (1989). *Química orgánica*. México, México: Mc Graw Hill.
- UDG, *Reglamento General de Evaluación y Promoción de Alumnos de la Universidad de Guadalajara*. 2006 [consultado 24 Feb 2015]. Disponible en: <http://www.secgral.udg.mx/sites/archivos/normatividad/general/ReglamentoGralEPAAlumnos.pdf>.
- Vygotsky, L. S. (1978). *The role of play in development*. En: *Mind in society*. Cambridge: Harvard University Press.
- Whitten, K., Davis, R., Peek, M. y Stanley, G. (2011). y colaboradores (Avalos T., Blanco A., Palacios G., Ríos N.), *Química*, Ixtapalupa, Estado de México: CENGAGE Learning.